



TOXICKY významné látky v potravinách

**Publikace Potravinářské komory ČR
a České technologické platformy pro potraviny**



TOXICKY významné látky v potravinách

Potravinářská komora České republiky
Česká technologická platforma pro potraviny

Praha, 2017
1. vydání

doc. Ing. Luboš Babička, CSc.

recenzent: prof. Dr. Ing. Jan Poustka

Publikace byla vydána v rámci Priority D (Bezpečnost potravin), pracovní skupiny pro bezpečnost potravin České technologické platformy pro potraviny ve spolupráci s Potravinářskou komorou České republiky a za finanční podpory Ministerstva zemědělství ČR (dotační titul 10.E.a/2017)

ISBN: 978-80-88019-28-2





Obsah

1 Úvod	5
2 Historie potravinářské toxikologie	6
3 Principy a rozdělení toxikologie	7
4 Definice toxické látky	8
5 Dělení toxických látek	8
6 Toxicita	9
6.1 Toxický účinek	9
6.2 Fáze působení toxické látky v organismu	12
6.2.1 Expozice	12
6.2.2 Vstupní cesty	12
6.2.3 Distribuce toxické látky v organismu	12
6.2.4 Akumulace, translokace a přeměny toxických látek v organismu	13
6.2.5 Možnosti toxických účinků	13
6.2.6 Exkrece (vyměšování)	13
7 Přírodní zdroje toxinů	14
7.1 Toxiny	15
7.1.1 Alkaloidy	16
7.1.2 Kyanogenní sloučeniny (kyanogeny)	16
7.1.3 Kyselina eruková	16
7.1.4 Toxiny v houbách	17
7.1.4.1 Toxické proteiny obsažené v houbách	17
7.1.4.2 Toxické peptidy obsažené v houbách	17
7.1.4.3 Toxické aminokyseliny obsažené v houbách	17
7.1.4.4 Toxické aminy, alkaloidy obsažené v houbách	18
7.1.4.5 Toxické terpenoidy obsažené v houbách	18
7.1.5 Antivitaminy	18
7.1.6 Oxaláty	18
7.1.7 Fytáty	18
7.1.8 Saponiny	19
7.1.9 Taniny	19
7.1.10 Inhibitory enzymů	19
7.1.11 Toxiny mořských živočichů	19
8 Potravinové kontaminanty	21
8.1 Přírodní potravinové kontaminanty	21
8.1.1 Veterinární léčiva - antibiotika	21
8.1.2 Mikrobiální toxiny	21
8.1.3 Hormony	24
8.1.4 Mykotoxiny	24
8.1.4.1 Zearalenon	26
8.1.4.2 Aflatoxiny	26
8.1.4.3 Ochratoxin	26
8.1.4.4 Fumonisin	26

8.1.4.5	Patulin	26
8.1.4.6	Sterigmatocystin	27
8.1.4.7	Námel (ergot)	27
8.1.4.8	Citrinin	27
8.1.4.9	Trichotheceny	27
8.2	Minerální látky	28
8.2.1	Klasifikace minerálních látek	28
8.2.2	Kovy a sloučeniny kovů	29
8.2.3	Toxické kovy	29
8.2.3.1	Arsen (As)	29
8.2.3.1.1	Chemické vlastnosti a výskyt	29
8.2.3.1.2	Obsah arsenu v potravinách a denní příjem	29
8.2.3.1.3	Toxicita	29
8.2.3.2	Olovo (Pb)	30
8.2.3.2.1	Chemické vlastnosti a výskyt	30
8.2.3.2.2	Obsah olova v potravinách a denní příjem	30
8.2.3.2.3	Toxicita	30
8.2.3.3	Rtuť (Hg)	31
8.2.3.3.1	Chemické vlastnosti a výskyt	31
8.2.3.3.2	Obsah rtuti v potravinách a denní příjem	31
8.2.3.3.3	Toxicita rtuti	31
8.2.3.4	Kadmium (Cd)	32
8.2.3.4.1	Chemické vlastnosti a výskyt	32
8.2.3.4.2	Toxicita kadmia	33
8.2.3.4.3	Obsah kadmia v potravinách a denní příjem	33
8.3	Minerální látky kontaminující	33
8.3.1	Nikl (Ni)	33
8.3.1.1	Chemické vlastnosti a výskyt	33
8.3.1.2	Toxicita niklu	33
8.3.1.3	Obsah niklu v potravinách a denní příjem	34
8.3.2	Měď (Cu)	34
8.3.2.1	Chemické vlastnosti a výskyt	34
8.3.2.2	Toxicita mědi	34
8.3.2.3	Obsah mědi v potravinách a denní příjem	34
8.3.3	Hliník (Al)	35
8.3.3.1	Chemické vlastnosti a výskyt	35
8.3.3.2	Toxicita hliníku	35
8.3.3.3	Obsah hliníku v potravinách a denní příjem	35
8.3.4	Cín (Sn)	35
8.3.4.1	Chemické vlastnosti a výskyt	35
8.3.4.2	Obsah cínu v potravinách a denní příjem	36
8.4	Organické kontaminanty	36
8.4.1	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	36

8.4.1.1 Chemické vlastnosti a výskyt polycyklických aromatických uhlovodíků	36
8.4.1.2 Toxicita polycyklických aromatických uhlovodíků	36
8.4.1.3 Obsah polycyklických aromatických uhlovodíků v potravinách	37
8.4.2 Polychlorované bifenyly (PCB)	37
8.4.2.1 Chemické vlastnosti a výskyt	37
8.4.2.2 Toxicita	38
8.4.2.3 Obsah polychlorovaných bifenyly v potravinách	38
8.4.3 Dioxiny	38
8.4.3.1 Chemické vlastnosti a výskyt	38
8.4.3.2 Toxicita	38
8.4.3.3 Obsah dioxinů v potravinách	39
8.5 Pesticidní přípravky	39
8.5.1 Klasifikace pesticidních přípravků	40
8.5.2 Rezidua pesticidů	41
8.5.2.1 Maximální limit reziduí	41
8.5.2.2 Toxikologické hodnocení	42
8.5.2.3 Odhad dietárního přívodu	43
8.5.3 Mechanismus pesticidních účinků	44
8.5.4 Strategie stanovení MRL a registrace pesticidů, právní předpisy	44
8.5.5 Kontrola a monitoring	45
8.6 Dusičnany a dusitany	45
9 Přídavné látky	46
10 Prevence rizik spojených s konzumací potravin	48
10.1 Kontrola kvality a bezpečnost potravin	48
10.2 Monitoring cizorodých látek	48
10.3 Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva	49
10.4 Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA)	50
10.5 Evropská komise, Evropský parlament, Rada EU	51
10.6 Strategie bezpečnosti potravin ČR	51
10.7 Spolupráce se spotřebiteli - Informační centrum bezpečnosti potravin	52
11 Závěr	53
12 Seznam zkratk	54

1 Úvod

Podle zákona o potravinách musí být všechny potraviny bezpečné, resp. zdravotně nezávadné. Přesto mohou kromě látek prospěšných či neutrálních obsahovat také látky antinutriční a toxické.

Jedná se o poměrně velké množství organických i anorganických látek, které se v průběhu výroby, balení, skladování, přepravy a při každé další manipulaci mohou dostat do potravin.

Protože se jedná o látky, které nejsou přirozenou součástí potravin, označují se společným názvem látky kontaminující.

Kontaminanty mohou do potravního řetězce vstupovat přímo nebo zde mohou vznikat přeměnou původních látek.

Látky kontaminující ovlivňují aktivitu některých enzymů, vitaminů a minerálních látek, stravitelnost a využitelnost základních živin, s čímž souvisí i snížení výživové hodnoty potravin.

Toxické látky, v závislosti na rozsahu přijaté dávky, mohou způsobit dietetické poruchy a mnohdy vedou až k narušení zdravotního stavu, v krajním případě až ke smrti člověka.

2 Historie potravinářské toxikologie

Název toxikologie pochází z řeckého toxon (šíp) nebo toxikon (jedovatá látka), do které se namáčely hroty šípů a logos (věda, rozprava).

Název toxikologie pochází z řeckého toxon (šíp) nebo toxikon (jedovatá látka), do které se namáčely hroty šípů a logos (věda, rozprava).

Z archeologických výzkumů je známo, že již lidé v pravěku znali zdravotní účinky toxických látek vyskytujících se v rostlinách, živočiších a minerálech. Nejstarší písemné zdroje o toxikologických účincích více než 800 látek, včetně záznamů o jejich zdravotních účincích, pochází z Egypta (Eberský papyrus), z roku 1552 před Kristem. Jsou zde uvedeny takové látky, jako např. beladona, opiové alkaloidy, olovo, antimon a měď.

Základy toxikologie založené na lékařských poznatcích lze datovat do období působnosti Hippokrata (460–315 před Kristem). V jeho době se určité toxické látky používaly při léčbě specifických onemocnění. Opačným případem jsou Římané, kteří jedy používali při řešení politických problémů, kdy je imperátoři používali k likvidaci svých protivníků.

Koncem středověku se Paracelsus (1492–1541) zasloužil o rozvoj toxikologie jako disciplíny na vědecké úrovni při využití

toxických látek v medicíně a při studiu jejich vlivu na životní prostředí. Došel ke zjištění, že všechny sloučeniny jsou jedy a že neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla. Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří dávka (množství) sloučeniny.

V renesančním období se toxické látky staly součástí uměleckých potřeb, hlavně malířských barev. Pro 18. a 19. století jsou typické kriminální příběhy související s použitím těchto látek jako jedů.

Za zakladatele moderní toxikologie lze pokládat Mathieua Josepha Bonaventuru Orfila (1787–1853), lékaře, který našel vztah mezi chemickými a biologickými účinky toxinů. Položil základy analytické a soudní toxikologie.

Z hlediska rozvoje chemie za účelem průmyslového využití toxických látek v zemědělství, potravinářství, pro výrobu léčiv apod. je významné 20. století. Obrovský rozmach využití toxických látek vedl i k rozdělení do několika odvětví, např. analytická toxikologie, environmentální toxikologie, soudní a klinická toxikologie apod.



3 Principy a rozdělení toxikologie

Toxikologie je věda, která využívá poznatků z většiny oborů biologických věd (molekulární biologie, genetika, botanika, zoologie, mikrobiologie, lékařské vědy) a chemických věd (chemie analytická, anorganická, organická, biochemie).

Toxikologie se dělí na:

- obecnou toxikologii, která se zabývá studiem obecných zákonitostí, teorií, dějů a souvislostí; tedy mechanismy účinku, biotransformace, expozice, interakce látek (aditivní účinek, potencující účinek, synergistický účinek), vývojem metod pro studium toxicity.
- speciální toxikologii, která popisuje, studuje a hodnotí toxické účinky konkrétních chemických látek a přípravků.
- experimentální toxikologii, která se zabývá studiem účinků chemických látek v experimentech in vivo a in vitro.
- klinickou toxikologii, která zkoumá účinky chemických látek na člověka.
- ekotoxikologii, která zkoumá účinek chemických látek na biotické složky.
- analytickou toxikologii, která využívá metody analytické chemie pro prokázání toxických látek v biotických i abiotických složkách. Poskytuje kvalitativní i kvantitativní výpovědi.
- průmyslovou toxikologii, která sledu-

je toxické účinky surovin, produktů, meziproduktů i odpadů v průmyslu. Souvisí s pracovním lékařstvím.

- soudní toxikologii (forenzní), která má uplatnění v soudním lékařství.
- vojenskou toxikologii, která sleduje bojové chemické látky.
- predikční toxikologii, která provádí odhad účinků sloučenin pomocí alternativních metod (QSAR, in silico).
- farmakologickou toxikologii, která se zabývá účinky na lidský organismus.

Toxikologie není jen sumou poznatků o jedech a jejich účincích, ale zabývá se vzájemným působením chemických látek a živého organismu. Po vstupu toxických látek do organismu dochází u většiny z nich k jejich biotransformačním přeměnám. Toxikologie je příbuzná farmakologii, která studuje příznivé i nepříznivé účinky léčiv. Toxikologie se nezabývá jen stránkou popisnou, ale zabývá se i stránkou experimentální a teoretickou.



4 Definice toxické látky

V souvislosti s vývojem toxikologie jako vědy se vyvíjely i definice toxické látky

Za první přesnější definici toxické látky lze pokládat definici Paracelsa (1492–1541):

- „Všechny sloučeniny jsou jedy.“
- „Neexistuje sloučenina, která by jedem nebyla.“
- „Rozdíl mezi lékem a jedem tvoří přijatá dávka.“

Za definici toxicity na vědecké úrovni lze považovat definici Riedla a Vondráčka (1954):

„Jedem rozumíme látku, která vniknuvší do těla v malém množství (několik mikrogramů

až desítek gramů) vyvolá chorobné změny, které mohou vést i k zániku organismu“.

Definici toxicity upřesnil Merhold (1962):

„Jed je látka, která poškozuje organismus již v malých dávkách. Hranice mezi malou a velkou dávkou není přesně určena.“

Dávka je množství látky, které se dostane do organismu, kde je absorbováno. Za jedy se tedy považují jen ty látky, které jsou schopny vyvolat nepříznivý účinek, tj. otravu již v malých dávkách. Antidotum (protijed) je látka, která ruší účinek jedu na organismus.

5 Dělení toxických látek

Nejčastěji používané rozdělení toxických látek podle jejich dávek je rozdělení podle následujících kritérií:

Toxicita/ charakteristika látky	Kritéria WHO	Potkan LD50* (mg/kg)	Kritéria EPA	Potkan LD50 (mg/kg)
Extrémně toxická	1a	méně než 5	I	méně než 50
Silně toxická	1b	5-50	II	50-500
Toxická	II	50-500	III	500-5 000
Slabě toxická	III	více než 501	IV	více než 5 000

Toxicitu lze dále dělit podle dávek pro člověka a pro potkana:

<i>Charakteristika dávky</i>	<i>Potkan LD50</i>	<i>Člověk LD50</i>	<i>Příklad</i>
Látka superkritická	méně než 5 mg/kg	stopa-7 kapek	nikotin, As ³⁺ , botulotoxin
Látka extrémně toxická	5-50 mg/kg	7 kapek-lžička	BaCO ₃ , KClO ₃
Látka silně toxická	50-500 mg/kg	lžička-50 ml	Cd ²⁺ , Pb ²⁺ , methanol
Látka mírně toxická	0,5-5 g/kg	50-500 ml	NaCl, FeSO ₄ , NaF
Látka málo toxická	5-15 g/kg	0,5 l-1,0 l	ethanol
Látka prakticky netoxická	více než 15 g/kg	více než 1,0 l	BaSO ₄

* LD₅₀ – letální dávka, při níž uhynie 50 % sledovaných jedinců. Látka je tím toxicitější, čím je nižší její číselná hodnota. Uvádí se druh testovaného zvířete (myš, potkan, pes) a způsob podání látky (zažívacím, dýchacím ústrojím, na kůži apod.).

6 Toxicita

Toxicita je míra schopnosti chemické látky (xenobiotika) být jedovatou, resp. schopnost vykazovat škodlivý účinek na živý organismus. Závisí na fyzikálně-chemických vlastnostech látky, na vstupu do organismu, na metabolismu látky, na její dávce, na četnosti příjmu apod

6.1 Toxický účinek

Toxický účinek vyplývá z interakce mezi toxickou látkou (xenobiotikem) a živým organismem (biologickým systémem), která v krátkodobém nebo dlouhodobém časovém období organismus pozměňuje nebo ničí.

Toxická látka působící na živý organismus může mít vliv i na následující generace. Toxickými účinky se nazývají nežádoucí biologické účinky, které přinášejí riziko možných otrav (intoxikací), resp. vstupu xenobiotika do organismu.

Toxický účinek je odpovědí živého organismu:

- na expozici jedovatou látkou; to znamená, jak dlouho a v jaké dávce byl organismus vystaven toxické látce, na způsobu kontaktu s organismem, na metabolitech látky, na místě účinku,
- na fyzikálně-chemické vlastnosti toxické látky (optický izomer, skupenství aj.),
- na biologický systém:
 - biologický druh (např. koza může spásat tabák, mořské ryby spásají toxické řasy),
 - zděděné dispozice,
 - zdravotní stav a věk jedince,
- na jiné okolnosti:
 - kombinace s léky,
 - klimatické podmínky.

Časový průběh toxického účinku se dělí na účinek:

- akutní - jde o bezprostřední reakci živého organismu po jednorázové dávce toxické látky, obvykle má vážné následky, které mohou končit až smrtí;
- chronický - je reakcí živého organismu po dlouhodobém styku s toxickou látkou (měsíce až roky), projevy jsou odlišné od akutního účinku (např. kouření a rakovina);
- pozdní, resp. vzdálený, kdy jde o opožděnou reakci živého organismu na styk s toxickou látkou. Po nějaké době se projeví nějaké účinky, např. mutagenita, teratogenita a karcinogenita.

Typy toxických účinků se rozdělují na:

- specifické, jedná se o zásah do určitého biochemického procesu (např. porucha citrátového cyklu v buňce), jsou mnohem nebezpečnější než nespecifické účinky, protože pro jejich vyvolání stačí jen malá dávka toxické látky.

Mohou být charakteru

- reverzibilního (alkohol),
- ireverzibilního (většinou končí smrtí);
- nespecifické, kdy jde o vzájemné spolupůsobení toxické látky a organismu (např. narkóza).

Toxický účinek se dělí podle místa působení na:

- orgánovou toxicitu, která se dále dělí na:
 - pulmotoxicitu (postiženy jsou plíce), např. chemické bojové plyny,
 - hepatotoxicitu (postižení jater), kdy se organismus snaží toxickou látku vyloučit nebo je sám zničen, např. alkohol, halogenované uhlovodíky, některé těžké kovy aj.,

- nefrotoxicitu (postižení ledvin), kdy se organismus snaží toxické látky vyloučit,
- dermatotoxicitu (postižení kůže), jde o reakci kůže s toxickou látkou,
- neurotoxicitu (poškození centrální nervové soustavy), např. olovo, rtuť, organofosfáty, aj.
- funkční toxicitu, která se podle působení toxického účinku chemické látky dále dělí podle toho na:
 - imunotoxicitu (imunotoxický účinek), tj. nežádoucí vliv chemických sloučenin na imunologický systém člověka. Obranný systém člověka zkoumá každou cizorodou látku, s níž přijde do styku při přijímání potravy, při kožním kontaktu, dýchání nebo při kousnutí či bodnutí hmyzem, zda jde o škodlivou cizí látku či látku neškodnou. Jakmile imunitní systém pozná, že jde o cizí látku, která by mohla škodit našemu tělu, mobilizuje zvláštní obranné síly organismu. K nim patří především fagocyty, odborně nazývané makrofágy, též nazývané imunoglobuliny. Fagocyty jsou bílé krvinky, které také mohou pronikat do různých tělesných tkání a mají schopnost nabalovat na sebe všechny látky rozpoznané jako cizí. Fagocyty tyto látky pohlcují, tráví, čímž je zneškodňují.
 - alergenitu (alergizující účinek), tj. zvýšenou schopnost chemických látek vyvolat nežádoucí reakci organismu. Alergii se rozumí odlišná schopnost reakce organismu k přecitlivělé reakci na určité látky. Alergik reaguje přecitlivěle na látky, které zdravým lidem (nealergikům) vůbec nevadí. K pochopení změněné reaktivity alergiků je nutné se nejprve seznámit s principem obranného systému zdravého člověka. Člověk je obdařen vrozenými specifickými obrannými mechanismy, které jsou označovány jako přirozená

obranyschopnost a specifickým obranným systémem, tzn. naším imunitním systémem, respektive s jeho oslabením.

- účinek na reprodukci (reprodukční toxicitu), která se vztahuje k toxickým projevům na mužských či ženských reprodukčních orgánech. Klasifikace a popis mechanismů vedoucích k toxickým projevům je velmi obtížná.

Mezi reprodukční účinky patří:

- Teratogenita, embryotoxicita, tj. vývojová toxicita, která se týká škodlivého působení látky během vývoje organismu, tj. od prenatalního období až do puberty. Poškození vzniká během prenatalního vývoje (tj. od početí do porodu, teratogeneze) studuje teratologie.

- Genotoxicita (účinek toxické látky na složky genomu tj. na genetický materiál (DNA)), projevuje se možným rozvojem mutagenese, karcinogeneze, popř. teratogeneze.
- bakteriotoxicitu, příkladem mohou být některá antibiotika, např. peniciliny, které působí baktericidně vůči vnímavým mikrobům a přitom jejich toxicita vůči makroorganismu je prakticky zanedbatelná. Bakteriotoxicita souvisí se selektivní toxicitou, čímž se rozumí škodlivé působení látky vůči určitému druhu živého organismu, aniž by docházelo k toxickým projevům u jiných živočichů.



6.2 Fáze působení toxické látky v organismu

6.2.1 Expozice

Expozici lze definovat z několika hledisek:

- vystavení organismu působení toxické látky (xenobiotika),
- nabídka nebezpečné (potenciálně nebezpečné) látky či faktoru,
- určení nebo odhad velikosti, frekvence, trvání a cesty expozice.

6.2.2 Vstupní cesty

Toxické látky mohou vstupovat do lidského organismu následujícími způsoby:

- orálně, přes gastrointestinální systém - nejčastěji s potravou a vodou znečištěnou
- kontaminovaným prachem nebo půdou;
- inhalačně, přes dýchací cesty - ze znečištěného životního prostředí, inhalacemi těkavých látek;
- intravenózně, přes krevní a lymfatické cesty;
- transdermálně, kůží a sliznicemi - z mastí,

kosmetiky, stykem s textiliemi, v pracovním procesu (rozpouštědla, prací a čisticí prostředky);

- kombinací výše zmíněných cest.

6.2.3 Distribuce toxické látky v organismu

Aby toxická látka mohla působit, musí dosáhnout transportního media, kterým je krev. Nejrychlejší cestou je intravenózní aplikace, následuje cesta inhalační, protože se toxická látka v plicích dostává do přímého styku s krví. Orální cesta je relativně pomalá, protože toxická látka musí projít přes gastrointestinální systém, portální žílu, játra atd.

Distribuce toxické látky v organismu závisí na:

- charakteru toxické látky (rozpuštěn ve vodě, velikosti a geometrie molekuly);
- chemické stabilitě toxické látky;
- místě vstupu toxické látky do organismu;
- typu expozice.



6.2.4 Akumulace, translokace a přeměny toxických látek v organismu

Toxické látky se v souvislosti s jejich různými vlastnostmi kumulují (hromadí) v některých částech těla, resp. v biologicky důležitých orgánech (játra, kosti, mozek). Tato kumulace se může projevit jako výsledek vazby toxických materiálů specificky v určité oblasti nebo se z místa podání resorbuje, transportuje a distribuuje v krvi a orgánech. Jestliže se toxická látka biologicky neprojevuje v určitém místě, pak je toto místo nazýváno „úložiště“. Ve vztahu ke vzniku nějakého toxického efektu musí toxická látka dosáhnout určitého místa, kde je kumulována (tzv. cílové místo). Následnými metabolickými přeměnami toxické látky a přechodem přes stěny membrán dochází k interakci toxické látky s receptorem. Míra interakce závisí na výšce hladiny cizorodé látky, reakčních schopnostech objektu a jeho protiregulačním mechanismům. Interakce enzymů nacházejících se v organismu následně vyvolá celou řadu biochemických pochodů.

Jedná se o tyto možnosti:

- oxidace,
- redukce,
- hydrolyzu,
- syntézu,
- vazbu s různými složkami,
- nenastává žádná změna.

Výsledkem těchto biochemických pochodů může být:

- netoxická látka, která přechází na látku toxickou,
- toxická látka, která se přemění na jinou toxickou látku,
- toxická látka, která se přemění na netoxickou látku.

6.2.5 Možnosti toxických účinků Účinky toxických látek se mohou projevovat:

- podrážděním kůže a sliznic (zarudnutí, kopřivka, puchýře, otoky apod.);
- narkotickým účinkem (malátnost, halucinace, závratě);
- inhibicí transportu kyslíku (vznik karboxyhemoglobinu a methemoglobinu; dusitan, anilin, chlorečnan);
- inhibicí funkce enzymů;
- indukci činnosti enzymů;
- mutagenitou;
- alergenitou.

6.2.6 Exkrece (vyměšování)

Pro vyměšování absorbovaných toxických látek nebo jejich metabolitů z lidského organismu existují různé cesty, záleží na jejich fyzikálních vlastnostech. Nejdůležitějším orgánem pro vyměšování toxinů a dalších látek jsou:

- ledviny, kdy touto cestou jsou vyměšovány toxické látky v tekutém stavu;
- plíce, kterými jsou vylučovány látky, které přešly do plynného stavu;
- játra, kdy žlučí jsou vylučovány složky rozpustné v tucích;
- sekreční žlázy, které vylučují pot, (mateřské) mléko;
- další mechanismy, kterými dochází k vylučování toxinů do vlasů a nehtů.

7 Přírodní zdroje toxinů

Na úvod této kapitoly je nutné uvést, že přírodní látky s antinutričními nebo toxickými vlastnostmi představují skupinu, která zahrnuje několik desítek tisíc sloučenin. Ve vztahu k tomuto počtu sloučenin a rozsahu této kapitoly je možné se v krátkosti zmínit jen o těch nejdůležitějších.

Na úvod této kapitoly je nutné uvést, že přírodní látky s antinutričními nebo toxickými vlastnostmi představují skupinu, která zahrnuje několik desítek tisíc sloučenin. Ve vztahu k tomuto počtu sloučenin a rozsahu této kapitoly je možné se v krátkosti zmínit jen o těch nejdůležitějších.

Všechny chemické látky, bez rozdílu, zda se jedná o látky přírodní nebo syntetické, jsou za určitých podmínek a koncentrací toxické. I vypití neúměrného množství vody může porušit rovnováhu lidského organismu a vést až k úmrtí.

V potravinách, které jsou běžně konzumovány, se mohou nacházet přírodní látky, které v některých případech mohou vyvolat zdravotní potíže. I při konzumaci běžných dávek potravin mohou tyto chemické látky, u určitých skupin lidí, vyvolat toxické reakce. Jako příklad lze uvést druhy látek (lektiny, aglutininy, hemoaglutininy), které inhibují činnost proteáz v případě, že nebyla provedena potřebná kuchyňská úprava pokrmu. Pro některé skupiny lidí (0,3 až 10 %) je problematická konzumace potravin, ve kterých je obsažena laktóza, lepek a další. V těchto případech se jedná o tzv. potravinovou intoleranci. Různé typy složek v potravinách mohou být toxické pro určité skupiny lidí.



Typ reakce	Příčiny	Složky potravin
Potravinové alergie	Alergické reakce na potraviny ve vztahu k imunitnímu systému arašídů, sója, rýže	Vejce, mléko, pšenice, ryby, mořské plody, ořechy,
Poruchy činnosti enzymů	Porušení normální činnosti po konzumaci potravin Poruchy trávení po požití obtížně stravitelných potravin	Alkohol, aminy, fruktóza Laktóza, tuky
Toxické reakce	Toxiny	Mořské plody, špatně skladované potraviny, některé houby
Farmakologické reakce	Konzumace potravin obsahující vyšší koncentrace aminů	Fermentované potraviny (sýry, červené víno, kysané zelí, výrobky z ryb, fermentované uzeniny)

Psychologická intolerance potravin	Konzumace látek s farmakologickými účinky Emočně spojené reakce spojené s konzumací potravin	Kofein Vůně nebo pohled na pražené arašidy
------------------------------------	---	---

7.1 Toxiny

Toxiny patří mezi velice rozmanité látky, které jsou produkovány mikroorganismy, rostlinami i živočichy. Doposud neexistuje jednoznačný systém klasifikace. Toxiny jsou látky přírodního původu a jsou toxické pro všechny jedince na rozdíl od látek, které vyvolávají intoleranci (potravinovou nesnášenlivost) a jsou toxické pouze pro určité jednotlivce.

Podle původu se antinutriční a toxické látky, které se vyskytují v potravinách, rozdělují do dvou skupin:

- přírodní antinutriční a toxické látky, které jsou přirozenou součástí potravin – jejich výskyt je dán genetickými dispozicemi rostlinných a živočišných organismů, které jsou schopny tyto látky syntetizovat.
- cizorodé látky – látky, které se do potravin dostávají v důsledku lidské činnosti.

Podle způsobu, jak se tyto látky do potravin dostávají, se dělí na:

- látky přídavné (aditivní), které se do potravin přidávají záměrně za účelem zvyšování kvality potravin při zpracování, skladování, dopravě, prodeji nebo za účelem prodloužení údržnosti, zlepšení sensorické, výživové a technologické kvality;
- látky kontaminující (kontaminanty), které se do potravin dostávají náhodně při výrobě, skladování, dopravě, prodeji a dalších činnostech (např. aplikace přípravků na ochranu rostlin) nebo při fyzikálních a chemických reakcích jednotlivých složek obsažených v potravinách.

Zvláštním případem jsou bakteriální toxiny a mykotoxiny, které jsou výsledkem činnosti mikroorganismů. Toxické látky, ať přírodní nebo cizorodé, vykazují různé biologické



účinky. Podle výše zmíněného možného rizika, které souvisí s dávkou toxické látky, se mluví o kontaminantech, u kterých mohou být rizika značná, ale je velmi obtížné zjistit jejich dlouhodobé účinky (např. toxiny mikroorganismů, průmyslové kontaminanty, rezidua veterinárních léčiv, rezidua pesticidů).

7.1.1 Alkaloidy

Alkaloidy jsou dusíkaté sloučeniny zásaditého charakteru, které se v některých druzích rostlin vyskytují ve velkém množství. Vznikají jako sekundární metabolity a v závislosti na konzumovaném množství vykazují různé biologické účinky. Mnohé z nich jsou silně toxické pro člověka i živočichy, např. nikotin. Většina alkaloidů má farmakologické vlastnosti. V rostlinách bývají nositeli hořké chuti, jako příklad lze uvést solanin, který je obsažen v zelených bramborách a dále tomatin, který je přítomný v rajčatech. Oba alkaloidy se chovají jako přírodní pesticidy a chrání rostliny před napadením škůdci.

Alkaloidy zahrnují skupinu větší než 5 000 sloučenin. Vzhledem k jejich rozmanitosti pro ně nelze stanovit jednotnou charakteristiku.

7.1.2 Kyanogenní sloučeniny (kyanogeny)

Tyto látky se vyznačují tím, že se po konzumaci působením kyselin v žaludku rozkládají na vysoce toxický kyanovodík. V přírodě se nachází asi 3 000 druhů rostlin, které vykazují tzv. kyanogenezi, tj. schopnost rozkládat kyanogenní sloučeniny obsažené v jejich částech za uvolňování kyanovodíku, který má svým pachem a hořkou chutí odpuzovat škůdce a podporovat klíčení semen.

Mezi nejznámější kyanogeny patří kyanogenní glykosidy. Amygdalin se nachází v mandlích, mladých výhoncích bambusu, jádrech meruněk, třešní, jablek, švestek. Při větší konzumaci se může projevit nevolnost spojená se zmodráním kůže, jako důsledek vazby vzniklého kyanovodíku na hemoglobin. Kyanogeny obsažené v některých rostlinách (např. manioku) mohou mít halucinogenní účinky.

7.1.3 Kyselina eruková

Kyselina eruková, jako součást triglyceridů obsažených v tkáních rostlin rodu *Brassica*, byla problematická ve spojení s rostlinnými tuky. V současné době se pěstují druhy

Potravina

Koncentrace kyanovodíku (mg/kg)

Meruňky (jádro)	89 -2 170
Broskve (jádro)	1 600
Kasava (maniok - hořký)	300 -2 360
Čirok (listy a mladé výhonky)	2 400
Mandle (hořké)	500 -3 000
Fazole (fazol měsíční)	2 000 -3 300



řepky, které tyto toxické látky téměř neobsahují.

7.1.4 Toxiny v houbách

Houby (vyšší houby), které se od jara do podzimu sbírají a jsou běžnou součástí našeho jídelníčku, se rozdělují na jedlé, podmíněně jedlé, nejedlé a jedovaté. Skutečnost, že mezi houbami jsou jedovaté druhy, které po požití mohou způsobit vážně zdravotní potíže a někdy i smrtelné otravy, je všeobecně známá.

Jedovatá houba ve všech stádiích svého vývoje obsahuje v plodnicích významné množství toxických látek, které vyvolávají nevolnosti, otravy a v některých případech až smrtelné otravy. Riziko je o to větší, že příznaky otravy se projevují po půlhodině až 72 hodinách po jejich konzumaci. V Evropě je více či méně jedovatých hub přibližně 50 druhů, a pouze 10 smrtelně jedovatých.

Pro člověka jsou nejnebezpečnější toxiny obsažené v muchomůrce zelené (*Amanita phalloides*) – amanitin (alfa, beta, gama), faloin a faloidin. Ve 100 g syrové muchomůrky zelené je obsaženo kolem 10 mg faloidinu, 8 mg alfa-amanitinu a 5 mg beta-amanitinu. Amanitiny jsou velmi toxické látky a postačí malé množství syrové houby, aby došlo ke smrtelné otravě člověka.

Toxické látky hub lze rozdělit do různých kategorií podle symptomů, které vyvolávají (amanotoxiny, deriváty hydrazinu, muskariny a kopriny), přesněji podle jejich chemické struktury (v některých případech dochází k překryvu).

7.1.4.1 Toxické proteiny obsažené v houbách

Toxické bílkoviny jsou obsaženy např. v hříbu satanu (*Boletus satana*) a v závojen-ce vmáčkklé (*Rhodophyllus rhodopolius*).

Toxické bílkoviny vyvolávají průjmy, přecitlivělost na světlo a hluk. Otravy končí smrtí jsou ojedinělé, ale při opakovaném požití může docházet k poškození jater.

7.1.4.2 Toxické peptidy obsažené v houbách

Z hlediska toxicity se za nejvýznamnější peptidy této skupiny považují amatoxiny, falotoxiny a virotoxiny. Tyto vysoce toxické látky jsou obsaženy v muchomůrce zelené (*Amanita phalloides*). Příznaky se projevují za 6-24 hodin po požití. Prvními příznaky je nevolnost, poruchy funkce jater a ledvin, hypoglykemický stav, bezvědomí. Většina otrav končí po 4 až 7 dnech smrtí.

Uvedené toxické peptidy jsou za všech běžných podmínek skladování a zpracování stálé. Ostatní toxické peptidy chemickou strukturou příbuzné jedu obsaženému v muchomůrce zelené jsou méně toxické. Příznaky otravy se projevují nevolností, tlukotem srdce, dávením, zvracením a v některých případech halucinacem

7.1.4.3 Toxické aminokyseliny obsažené v houbách

V několika druzích muchomůrek se vyskytují volné aminokyseliny, které po požití vyvolávají neurotické účinky, zvracení a průjmy. Patří sem např. muchomůrka tygrovaná (*Amanita pantherina*), muchomůrka červená (*Amanita muscaria*). Houby z rodu lysohlávek (*Psilocybe sp.*) mají halucinogenní účinky. Aminokyseliny obsažené ve jmenovaných druzích hub patří mezi stabilní sloučeniny.

7.1.4.4 Toxické aminy, alkaloidy obsažené v houbách

Do této skupiny patří toxin obsažený v muchomůrce červené, která obsahuje kromě aminokyseliny i neurotoxický amin (muskarin). Obdobně je tomu u lysohlávek, které obsahují směs toxických látek. V žampionech se vyskytují další skupiny toxických látek a to deriváty hydrazinu, např. agaritin, které jsou při správném uskladnění a následné kuchyňské úpravě netoxické.

7.1.4.5 Toxické terpenoidy obsažené v houbách

V houbách druhu hlívovité, jako např. v hlívě olivové (*Omphalotus olearius*), se vyskytují terpenoidické toxické látky, které jsou po kuchyňských úpravách stabilní. Působí negativně na nervovou soustavu a vykazují halucinogenní účinky.

Mezi houby obsahující zmíněné toxické látky patří hnojník inkoustový (*Coprinus atramentarius*), který je silně jedovatý v kombinaci s alkoholem, strmělka kyjonohá (*Clitocybe claviceps*) nebo hřib koloděj (*Boletus luridus*), který obsahuje termolabilní toxické látky aj.

Popsat všechny houby, jejich toxiny a jejich strukturu je mimo rozsah této publikace.

7.1.5 Antivitaminy

Antivitaminy jsou látky, které určitým způsobem eliminují biologické účinky vitaminů, což může vést až k jejich nedostatku v lidském organismu. Příkladem mohou být antihistaminové sloučeniny (v červené řepě, růžičkové kapustě, pohance), avidin (protein obsažený ve vaječném bílku), antinutriční faktory sóji.

7.1.6 Oxaláty

Běžnou složkou mnoha zelených rostlin, resp. potravin rostlinného původu je kyselina šťavelová. Ta váže vápník a další minerální prvky za vzniku jejích solí, tzv. oxalátů. S ionty vápníku tvoří v neutrálním a zásaditém prostředí nerozpustnou sůl, šťavelan vápenatý, což může za určitých okolností vážně ohrozit metabolismus vápníku a vitamínu D. Mikrokrystalky nerozpustného šťavelanu vápenatého vedou ke vzniku tzv. ledvinových kamenů, popřípadě až k akutnímu selhání ledvin. Porucha metabolismu vápníků může ohrozit vývoj kostí.

Mezi rostliny s vyšším obsahem kyseliny šťavelové patří kakao, čaj, bobuloviny, mrkev, salát aj.; v listech špenátu a rebarbory se nachází 2 300–9 600 mg.kg⁻¹ kyseliny šťavelové.

7.1.7 Fytáty

Mezi další skupinu antinutričních, resp. toxických látek, patří soli kyseliny fytové, fytáty. Tyto sloučeniny jsou součástí buněčných stěn rostlin a mají nežádoucí schopnost vázat kationty kovů, hořčík, vápník, zinek, železo a měď. Fytáty jsou sloučeniny nevyužitelné při trávení, což je způsobeno nedostatkem zmíněných minerálních látek v celé řadě metabolických pochodů. Mikrokrystallické fytáty mohou poškodit funkci ledvin obdobně jako šťavelany. Nacházejí se hlavně v zelenině (zelené fazolové lusky, brokolice, artyčoky, brambory aj.), v jahodách, borůvkách a fíkách.

7.1.8 Saponiny

Saponiny jsou heteroglykosidické sloučeniny, které se nacházejí ve vojtěšce, slunečnici, lupině, hrachu, sóji a dalších plodinách. Z hlediska krmiv jsou pokládány za látky s antinutričními vlastnostmi.

Vlastnosti saponinů:

- hořká, až svíravá chuť,
- detergenční účinky (snižují povrchové napětí tím, že tvoří emulze typu olej ve vodě),
- hemolytické účinky (hemolyzují červené krvinky),
- schopnost reagovat se žlučovými kyselinami,
- schopnost reagovat s cholesterolem v buněčných stěnách,
- jsou toxické pro studenokrevné živočichy (plže, hmyz, ryby).

Vysoké dávky toxických saponinů poškozují játra. Saponiny se pro svoje pěnicí schopnosti nejčastěji používají v kosmetických přípravcích (šampony apod.).

7.1.9 Taniny

Taniny, resp. třísloviny, představují různorodé chemické sloučeniny se souhrnným názvem polyfenoly. Jsou obsaženy téměř ve všech rostlinách, nejčastěji v čaji, kávě a čokoládě. Jejich společnou vlastností je schopnost srážet bílkoviny.

V zjednodušené formě lze rozdělit do dvou skupin na:

- hydrolyzovatelné třísloviny,
- kondenzované třísloviny.

Nejzávažnějšími negativními vlastnostmi taninů jsou:

- snížení virtuality enzymů v zažívacím traktu,
- omezení využitelnosti vitamínu B₁ v organismu
- snížení využitelnosti železa,
- v retardaci růstu,
- v poškození jaterních buněk,
- v antimikrobiální aktivitě.

7.1.10 Inhibitory enzymů

Inhibitory enzymů (proteázy) jsou bílkoviny nebo polypeptidy schopné inhibovat trávicí enzymy proteázy. Rozdělují se podle druhu proteáz, které mohou inhibovat, např. trypsin, chymotrypsin, pepsin další. Inhibitory proteáz jsou přirozenými složkami některých potravin rostlinného původu, hlavně tepelně nedostatečně upravených luštěnin.

7.1.11 Toxiny mořských živočichů

V současné době je v síti supermarketů nabídka poměrně širokého výběru mořských živočichů, ryb, mlžů, krabů apod. Stejně tak je tomu o dovolené v přímořských státech. Při správné úpravě těchto specialit se jedná o kulinářskou lahůdku. Málokdo si však uvědomuje, že v některých případech si jejich konzumací může přivodit zdravotní potíže. Mořští živočichové ve svých tělech mohou obsahovat toxické látky. Ve většině případů jsou toxiny obsaženy ve všech částech živočicha. U některých ryb nejsou toxiny obsaženy v mase, ale pouze v reprodukčních orgánech (mlíčí, jikry), játrech, střevech a kůži. Jako příklad lze uvést rybu Fugu, která patří v Japonsku k lahůdce.

U některých z těchto živočichů jen pouhý dotek při koupání v moři může být nebezpečný. Množství toxické látky v těle

živočicha může být natolik vysoké, že může dojít k otravě nebo až k anafylaktickému šoku. Většina zmíněných toxinů je tepelně stabilních a nelze je odstranit tepelnou úpravou.

Toxiny se také nacházejí v tělech mlžů, ústřic, krabů aj. Hlavním zdrojem celé řady toxinů (tetrodotoxiny, saxitoxiny, ciguatoxiny, brevetoxiny, palytoxin a další toxiny) jsou bakterie, resp. mikroskopické řasy, které jsou potravou pro zmiňované živočichy nebo žijí saprofytycky na jejich tělech.

Většina toxinů patří mezi neurotoxiny (paralytické jedy). První příznaky otravy se projevují několik hodin po požití zažívacími potížemi s následnými neurologickými příznaky. Intenzita otravy závisí na množství přijaté toxické látky. Velké množství otrav končí smrtí. Ve vztahu k těmto otravám se doporučuje konzumovat jen „známé“ živočichy.



8 Potravinové kontaminanty

Kontaminanty, resp. látky znečišťující, nejsou přirozenou součástí potravin. Tyto látky se do potravin mohou dostat neúmyslně v průběhu celého potraviného řetězce - od surovin a dále v průběhu nebo po ukončení jejich zpracování, balení, skladování, transportu nebo v důsledku znečištění ovzduší. Kontaminanty vyvolávají zdravotní potíže, které mohou končit až smrtí.

Podle jejich původu se dělí na:

- primární (exogenní), pocházejí z vnějších zdrojů,
- sekundární (endogenní), které vznikají v potravině vlivem různých fyzikálně-chemických a biologických vlivů.

Za místa vstupu kontaminantů do potraviného řetězce lze považovat:

- zemědělskou výrobu (pesticidní přípravky, hnojiva, imisní zátěž, kontaminovaná zálivková voda, veterinární léčiva, napadení mikroorganismy);
- zpracování, balení, skladování, transport.

Za významné kontaminanty jsou považovány rezidua antibiotik, hormonů, mykotoxiny, mikrobiální toxiny, fytotoxiny, průmyslové organické látky, rezidua pesticidů, toxické minerální látky, radioaktivní izotopy a další.

8.1 PŘÍRODNÍ POTRAVINOVÉ KONTAMINANTY

8.1.1 Veterinární léčiva - antibiotika

Antibiotika byla ve velké míře používána v krmivech ke zvýšení váhových přírůstků růstu a stále jsou používána ke zvýšení využití krmiv, stejně jako k ochraně zvířat před určitými onemocněními. Použití antibiotik k léčebným postupům, profylaxi anebo k povzbuzení růstu zvířat může mít také za následek výskyt jejich reziduí

v potravinách, hlavně v mléce a mase. Je obecně známo, že rezidua antibiotik se objevují v mléce po dobu 72-96 hodin od jejich podání.

Rezidua antibiotik v potravinách mohou u lidí vyvolat alergické reakce nebo způsobit rezistenci proti patogenním organismům (vznik bakteriální rezistence). Pro minimalizaci nežádoucích účinků antibiotik existují právní předpisy omezující jejich použití.

8.1.2 Mikrobiální toxiny

Mezi nejčastější znečištění potravin s následnými alimentárními problémy patří kontaminace mikrobiálními toxiny. Hlavními faktory, které zapříčiňují bakteriální kontaminaci potravin od jejich výroby až po konečnou konzumaci, je nedodržování základních hygienických pravidel. Jedná se o čištění vstupních surovin, dostatečné tepelné opracování, vhodné skladování hotových výrobků, dodržování doporučeného chladového řetězce apod.

U potravin živočišného původu je situace relativně jednodušší, protože veškeré suroviny živočišného původu jsou pod důkladnou veterinární kontrolou. Dále se předpokládá, že po následném zpracování, ať průmyslovém nebo kuchyňském, je finální výrobek zdravotně nezávadný. Při dodržení potřebného chladového řetězce nehrozí nebezpečí ani při skladování. Spotřeba zeleniny má v celosvětovém

měřítka vzrůstající tendenci. Tento vývoj souvisí s propagací zdravé výživy a změnou v celosvětovém systému obchodu se zeleninou. Globalizace trhu umožnila celoroční dostupnost čerstvé zeleniny a ovoce. Přispělo k tomu vyšlechtění nových odrůd a způsobů jejich pěstování, stejně jako technologické postupy jejich ošetřování při skladování a během přepravy ke spotřebiteli.

V posledních několika desetiletích se mezi Evropany rozšířila spotřeba minimálně upravené zeleniny. Z hlediska kulinárních úprav se jedná o různé druhy salátů, kdy se vyžaduje pouze umytí, nakrájení nebo nastrouhání s případným ochucením, což zvyšuje epidemiologické riziko, většina těchto produktů je tedy konzumována bez dalších úprav. Pouze pro prodloužení údržnosti se tyto výrobky balí do ochranné atmosféry. Čerstvá zelenina však se sebou vnáší jistý problém související s nepatogenní epifytickou mikroflórou. Během růstu, sklizně, transportu, dalšího opracování a prodeje výrobku však může dojít k patogenní kontaminaci, jejímž zdrojem je člověk, hmyz nebo zvířata.

„Speciálním problémem“ se stává stále populárnější konzumace naklíčených semen, klíčků semen nebo rostlin v raném stádiu růstu. Zde může docházet hned k několika způsobům kontaminace. Jedná se o kontaminaci fekálními patogeny, mykotoxiny, hnojivy, pesticidy apod. Mikroorganismy tvořící část epifytické flory na povrchu zeleniny po dobu jejího pěstování se pak mohou stát kontaminanty při její konzumaci. Většinou se jedná o bakterie náležející ke skupině *Pseudomonas* nebo *Enterobacteriaceae*. Většina z nich je pro zdravého člověka nepatogenní.

Za normálních podmínek se na povrchu zeleniny vyskytují v rozsahu 10^4 až 10^8 na gram potravy (vnitřní tkáň jsou pokládány za sterilní). Při nedostatečném omytí, nesprávném zpracování nebo skladování se však mohou pomnožit a způsobit spotřebiteli vážné zdravotní problémy.

Z uvedeného nástinu problému má zvýšená mikrobiologická kontrola zeleniny a ovoce dodávaného ke spotřebě své opodstatnění a nabývá stále více na významu. Problém biologické, resp. mikrobiální kontaminace se stává závažnějším problémem než kontaminace chemická.

Jak je všeobecně známo, alimentární infekce a alimentární intoxikace jsou rozšířeny převážně v rozvojových zemích. V současné době se možnost patogenní kontaminace stává vážným problémem ve většině rozvinutých zemí a jejich studium je řazeno mezi národní priority. V rámci nové evropské strategie snižování mikrobiálních rizik se klade důraz na vývoj a aplikaci různých systémů preventivní povahy s cílem zajištění bezpečnosti potravin od počátku jejich vzniku až po okamžik jejich konzumace spotřebitelem. Příkladem je správná zemědělská praxe, stejně jako správná výrobní a hygienická praxe spolu s funkčním systémem kritických kontrolních bodů.

Čerstvá zelenina a potraviny z ní připravené tvoří stále se rozšiřující skupinu tzv. „potravin určených k přímé spotřebě“ (ready-to-eat foods). Těmi se rozumějí potraviny v nezměněném stavu, potraviny minimálně tepelně opracované, které se spotřebují v teplém nebo studeném stavu nebo po mikrovlnném ohřevu, potraviny upravené ke spotřebě očištěním, oloupáním, okrajáním, usušením, okyselením nebo fermentací.

Mikrobiální kontaminanty, které mohou být původci alimentárních onemocnění, lze z hlediska jejich významu pro posuzování zdravotních rizik a/nebo v technologii výroby potravin rozdělit na:

- mikroorganismy saprofytické – mikroorganismy tvořící přirozenou mikroflóru rostlin a způsobující proteolytické, lipolytické, sacharolytické, pektolytické a dekarboxyltické změny v potravinách, jejich výskyt se stanovuje jako tzv. CPM – celkový počet mikroorganismů nebo jako počet aerobních mezofilních bakterií (kolonii tvořících jednotku KTJ.g⁻¹),
- mikroorganismy indikátorové – enterobakterie, koliformní bakterie, fekální koliformní bakterie, *Escherichia coli*, enterokoky,
- původce onemocnění z potravin – bakteriální původci, bakterie, patogenní a podmíněně patogenní, podle způsobu, jakým vyvolávají onemocnění, se dělí na původce alimentárních infekcí nebo intoxikací.

Mezi nejzávažnější bakteriální kontaminanty zeleniny, se kterými se lze setkat jako s původci alimentárních nemocí, patří:

- *Aeromonas spp.* (*A. hydrophila*, *A. caviae*, *A. sobria*) – tyto bakterie mohou v průběhu vegetace při použití závlakové vody kontaminovat zeleninu a při požití nemyté zeleniny vyvolávat lehké onemocnění žaludku a střev.
- *Bacillus cereus* se v přírodě běžně nachází v půdě a je to typický kontaminant potravin rostlinného původu. Setkáváme se s ním hlavně u potravin obsahujících škrob (brambor, cereálií) a výrobků z nich. Dále se vyskytuje u koření, sušeného ovoce a zeleniny, jeho výskyt byl zjištěn

i v mléce, smetanových krémech, rybách a v maso. Jeho toxiny jsou stabilní vůči teplotě a pH. *Bacillus cereus* může růst i za nízkých teplot, např. při skladování pokrmů v ledničkách (uvařená rýže). Vyvolává průjemová onemocnění nebo zvracení s lehkým a krátkým průběhem.

- *Clostridium botulinum* je ve formě spor běžně rozšířen v půdě i vodě. Tvoří velice toxický botulin. Vyskytuje se u podomácku vyrobených masových a zeleninových konzerv (hrášek) nebo při nedodržení chladového řetězce při skladování masa. Je považován za významný patogen s neurotoxickými účinky, které se projevují 12-24 hodin po požití potraviny. Zdravotním potížením lze předcházet běžnou ochranou potravin v domácnostech, průmyslovou konzervací potravin, krátkodobým povařením (3 min.), úpravou pH a solením.
- *Clostridium perfringens* - vzhledem k tomu, že se běžně vyskytuje v půdě a na rostlinách, stejně jako ve střevním traktu teplotokrevných živočichů, je častým kontaminantem syrové zeleniny nebo nedostatečně opracovaného masa. Vzhledem k vysoké maximální infekční dávce, kdy intoxikace nastává až při vysokém počtu vegetativních buněk, není považován za významný patogen.
- *Escherichia coli*, zejména sérotyp O157:H7, patří mezi nejzávažnější a nejčastější původce alimentárních onemocnění. Zdrojem kontaminace může být znečištěná závlahová voda nebo kontaminace v důsledku nedodržování osobní hygieny a nesprávné manipulace se zeleninou.
- *Salmonella* (*S. enteritidis*, *S. paratyphi*) způsobuje těžší onemocnění zažívacího traktu lidí v důsledku konzumace

kontaminované syrové zeleniny, koření a nedostatečně tepelně opracovaných potravin živočišného původu. Infekční dávka je velmi nízká (1-10 buněk).

- *Shigella* (téměř všechny druhy) jsou více či méně původci alimentárních onemocnění. Jsou typickým příkladem tzv. špinavých rukou. K jejich přenosu na zeleninu dochází při použití kontaminované vody. Maximální infekční dávka je velice nízká.
- Plísně jsou mikroskopické vláknité houby, které přímo vyvolávají alimentární onemocnění. Jsou původci alimentárních infekcí, mykotoxikózy nebo mykóz.
- Kvasinky, především *Candida*, *Geotrichum* a částečně *Mucorales*, jsou mikroskopické houby způsobující u lidí se sníženou imunitou infekce zažívacího traktu projevující se průjemem.

V krátkosti a při určitém zobecnění lze mikrobiální kontaminaci shrnout do problematiky spojené s nedodržováním správné hygienické praxe.

8.1.3 Hormony

Hormony jsou chemické látky, které se používají jako růstové regulátory. Tato anabolická činidla jsou peptidické, bílkovinné a steroidní povahy. Bílkovinné a peptidické hormony nejsou tak významnými kontaminanty potravního řetězce jako steroidní hormony, protože v průběhu trávení jsou rozkládány na neúčinné složky. Vzhledem k tomu, že v Evropské unii (EU) a tudíž i v ČR není povoleno používání růstových stimulatorů v potravinách, nebude jim v této publikaci věnována pozornost.

8.1.4 Mykotoxiny

Mykotoxiny jsou vysoce toxické sekundární metabolity mikroskopických vláknitých hub (plísní). Jejich metabolická činnost je spojena s aerobním dýcháním, při kterém dochází k odčerpávání živin, převážně tuků a sacharidů.

Mykotoxiny patří mezi významné kontaminanty potravin a krmiv. Mohou být přítomny především v obilovinách (pšenice, ječmen, žito, oves), rýži, kukuřici, olejnatých semenech a potravinách vyrobených z těchto surovin. Přesto, že existuje více než 300 druhů mykotoxinů a každý druh má své specifické vlastnosti, je možné konstatovat, že u některých z nich jsou pozorovány stejné negativní vlivy, které mohou u lidí a zvířat vyvolávat významné patologické a fyziologické změny důležitých orgánů.

Podle množství a frekvence přijatých mykotoxinů se rozeznávají:

- akutní primární mykotoxikózy, jsou vyvolány příjmem vysokých dávek. Způsobují poškození jater, např. cirhózu, nekrózy, dále pak poškození ledvin, trávicího traktu, oběhového systému a centrální nervové soustavy,
- chronické mykotoxikózy, které vznikají dlouhodobým příjmem nízkých dávek. Tento typ se projevuje karcinogenními, mutagenními a teratogenními účinky, oslabením imunitního systému, poruchou krvetvorby a dalšími poruchami.

Fyzikální parametry, které ovlivňují tvorbu mykotoxinů, jsou:

- teplota,
- vlhkost,
- relativní vlhkost,
- vodní aktivita.

Optimální podmínky pro růst těchto vláknitých hub představuje teplota 11-23 °C, vlhkost (obsah vody) 22-23 % a relativní vlhkost 95-100 %. Pro růst polních plísní (*Fusarium*, *Alternarium*, *Penicillium*) a tvorbu toxinů je potřebná vlhkost 22-23 %, relativní vlhkost 90-100 %. Pro skladové plísně (*Aspergillus*, *Penicillium*) je vhodná vlhkost zrna nad 15 % v rovnováze s relativní vlhkostí 70-90 % a vodní aktivitou v rozmezí 0,96-0,98. Limitující rozsah vodní aktivity, kdy nedochází k tvorbě toxinů, je 0,71-0,94. Hodnota pH substrátu se pohybuje v rozmezí 3,4-5,5.

Mezi nejběžnější mykotoxiny, které se objevují v potravinách, patří aflatoxiny, citrinin, námel, fumonisiny, ochratoxiny, patulin, sterigmatocystin, trichotheceny a zearalenon.

V klimatických podmínkách mírného pásu jsou nejrozšířenějšími fusariové mykotoxiny produkované vláknitými houbami rodu *Fusarium*. Mikroskopické vláknité houby rodu *Fusarium* jsou významnými patogeny mnoha zemědělských plodin. Tyto patogeny napadají vegetativní i reprodukční orgány rostlin a způsobují jejich poškození a případně úhyn. U obilovin způsobují poškození klasů a následně zrna, u kukuřice pak poškození palic. Fusariové vláknité houby mohou způsobovat i takzvané asymptomatické infekce, jejichž důsledkem je výskyt mykotoxinů v zrnech obiloviny zdánlivě dobré kvality.

Fusariové houby produkují velké množství toxických sekundárních metabolitů, které jsou řazeny do několika skupin. Především se jedná o skupinu trichothecenů, fumonisinů a zearalenon. Zrno obilovin může být těmito mikroskopickými

vláknitými houbami napadeno během růstu rostlin, ale i v průběhu skladování zrna v silech. K přenosu infekce na rostlinu dochází především ze zbytků rostlin, které zůstávají na poli z předcházející sklizně, či z infikované setby; k šíření infekce může také docházet pomocí větru a deště.

Fusariové infekce zrn mohou způsobovat výrazné ekonomické ztráty v důsledku znehodnocení zemědělské produkce, snížené nutriční a technologické kvality suroviny. Pro člověka a hospodářská zvířata však představují značná zdravotní rizika. Lze konstatovat, že během technologického zpracování cereálních surovin nedochází k zásadnímu poklesu hladin mykotoxinů. Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujícím kvalitu finálního výrobku v procesu výroby potravin zůstává kvalita výchozí suroviny.

Zároveň je však nutné upozornit, že ne všechny plísně jsou škodlivé. Ve vybraných potravinářských a biotechnologických procesech se „kulturní plísně“ používají k produkci potravin, technických enzymů apod.

Jedná se například o:

- plísňové sýry,
- asijské fermentované potraviny (sója – lepší stravitelnost),
- trvanlivé tepelně neopracované (fermentované) masné výrobky (uherák – aroma),
- víno z pozdních sběrů – (plíseň *Botrytis cinerea*) – zvýšení cukernatosti, resveratrol,
- mikrobiální proteiny,
- technické enzymy,
- vybrané aminokyseliny,
- vybrané vitaminy.

8.1.4.1 Zearalenon

Významným a častým mykotoxinem je zearalenon, který je produkovaný plísněmi rodu *Fusarium graminearum* a *Fusarium culmorum*. Vyskytuje se v semenech řepky, kukuřice, pšenice, ječmene či ovsu. Zearalenon je relativně termostabilní sloučenina. Přestože je jeho akutní toxicita nízká, vykazuje hepatotoxické a estrogenní účinky.

8.1.4.2 Aflatoxiny

Tato skupina mykotoxinů byla poprvé objevena v roce 1960 při hromadné otravě drůbeže v Anglii. Mezi nejčastější druhy produkující aflatoxiny na určitých druzích potravin a krmiv patří: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* a *Aspergillus nonius*. Mezi nejvhodnější substráty, které jsou náchylné ke kontaminaci aflatoxiny, patří kukuřice, arašídy, pistácie, ořechy, hrozinky, fíky, koření. Do této skupiny lze zařadit šest významných aflatoxinů: B₁, B₂, G₁, G₂, M₁ a M₂. Z hlediska toxicity jsou významné aflatoxiny B₁, B₂, C₁ a G₂.

Aflatoxiny jsou termostabilní sloučeniny (250°C), jsou považovány za potenciální mutageny, teratogeny a karcinogeny, kdy cílovým orgánem jsou játra. Aflatoxin M₁ je metabolitem aflatoxinu B₁ a při zkrmování zaplesnivělé píče prochází do mléka; vzhledem k tomu, že aflatoxin M₁ je termostabilní, může přecházet i do sýrů a jogurtu.

8.1.4.3 Ochratoxin

Ochratoxin je produkován plísní rodu *Aspergillus ochraceus* a plísní *Penicillium verrucosum* a *Penicillium nordicum*. Optimální teplota k množení a produkci mykotoxinů je u *Penicillia* 25-30 °C, u *Aspergilla* 30-40 °C. Mezi nejběžnější

substráty patří obiloviny, cereální výrobky, luštěniny, víno, ořechy, zelená káva a fazole. Z této skupiny toxinů se za nejvýznamnější považuje ochratoxin A, který způsobuje poškození jater; kromě toho má imunosupresivní a teratogenní účinky. Je považován za potenciální karcinogen. V případě zkrmování zaplesnivělých krmných směsí může přecházet do masa, tělních tekutin a do vajec. Je méně tepelně stabilní než aflatoxiny a tudíž je během tepelného zpracování z 80 % odstraněn.

8.1.4.4 Fumonisin

Fumonisin patří do skupiny mykotoxinů produkovaných plísněmi rodu *Fusarium moniliformis* a *Fusarium proliferatum*. Mezi nejčastěji napadené substráty patří cereálie nebo kukuřice a výrobky z ní. Jejich výskyt je spojen s poškozením rostlin stresem v průběhu růstu následkem sucha nebo poškození hmyzem. Za významné jsou považovány fumonisin B₁, B₂ a B₃, přičemž fumonisin B₁ tvoří 70 % z celkového množství kontaminovaných potravin a krmiv. Tato skupina toxických látek se vyznačuje hepatotoxickými, neurotoxickými a karcinogenními účinky. Patří mezi relativně termostabilní toxiny.

8.1.4.5 Patulin

Jedním z nejvýznamnějších mykotoxinů z hlediska negativní biologické účinnosti je patulin. Jeho toxicita je bohužel laickou veřejností přehlížena a podceňována. Patulin je produkován plísněmi *Penicillium patulinum*, *Penicillium expansum* a *Aspergillus species*.

Nejčastěji se nachází ve vyzrálých jablkách, hroznech, pomerančích apod. Běžně se nachází v podomácky vyrobených

jablečných mošttech. Vzhledem k tomu, že mycelia prorůstají téměř celým plodem, je vykrajování poškozených částí bezpředmětné. Z tohoto důvodu je zakázáno prodávat tzv. výkroje.

Dlouhodobým záhřevem na 125 °C lze dosáhnout až 90% snížení jeho obsahu. Při etanolovém kvašení dochází k jeho odbourání. Ve vínech se prakticky nenachází. Patulin vykazuje karcinogenní, mutagenní, imunotoxické a neurotoxické účinky.

8.1.4.6 Sterigmatocystin

Vláknité houby jako je *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus sydowi*, *Aspergillus nidulans*, *Bipolarit app.*, *Chaetomium spp.*, a *Emericella spp.* produkují mykotoxin sterigmatocystin. Vyskytuje se na plesnivě pšenici, zelené kávě. Vykazuje karcinogenní a mutagenní účinky.

8.1.4.7 Námel (ergot)

Produkce tohoto mykotoxinu je spojena s plísněmi *Claviceps purpurea* a *Claviceps paspali*, které nejčastěji napadají žito, oves, pšenici a ječmen. Jako toxická látka způsobuje gangrény a poruchy nervového systému.

8.1.4.8 Citrinin

Hlavním producentem citrininu je *Penicillium citrinum*, se kterým se můžeme setkat u většiny potravin a krmiv, obzvláště u rýže a výrobků z ní. Citrinin má karcinogenní, mutagenní, teratogenní a nefrotoxické účinky.

8.1.4.9 Trichotheceny

Trichotheceny tvoří samostatnou, ale velice rozmanitou, více než dvacetičlennou

skupinu mykotoxinů, včetně toxinu T-2, neosolaniolu, deoxynevalenolu a dalších. Jsou produkovány převážně plísněmi rodu *Fusarium*. Nejčastěji se nacházejí v obilovinách, zvláště pšenici a kukuřici a výrobcích z nich. Tyto toxiny vykazují u lidí a zvířat široké spektrum biologických účinků. Považují se za potenciálně karcinogenní, mutagenní a teratogenní látky.

Typickými příznaky otravy jsou záněty trávicího ústrojí, zvracení a průjem doprovázené bolestmi hlavy.



8.2 MINERÁLNÍ LÁTKY

Minerální látky jsou přítomny v tělech živočichů i rostlin, a to buď jako prvky esenciální nebo neesenciální a toxické. V obou případech však mají vysokou chemickou a biologickou reaktivitu a to částečně ve formě iontů, radikálů nebo organických komplexů, čímž ovlivňují průběhy metabolických procesů probíhajících v živých organismech.

Žádnou z minerálních látek si tělo nedokáže vytvořit samo a všechny musí přijímat v potravě. Z těchto důvodů je většina těžkých kovů, které jsou obsaženy v potravinách a krmivech, jedním z ukazatelů hygienicky - toxikologické kvality potravin a krmiv.

8.2.1 Klasifikace minerálních látek

Roztřídění a klasifikace minerálních látek je velmi variabilní. V zásadě je lze rozdělit podle množství potřebného pro organismus. Dále je možné je dělit podle funkční prospěšnosti při metabolických procesech probíhajících v organismech na prvky esenciální a na prvky neesenciální (fyziologicky indiferentní) a na prvky toxické.

Jako majoritní prvky se označují minerální látky obsažené v organismu ve větším množství; dříve byly označovány jako makroprvky, resp. makroelementy. Tyto prvky (Na, K, Mg, Ca, Cl, P, S) se v těle vyskytují v setinách až jednotkách hmotnostních procent, tzn. ve stovkách až desetitisících $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Minoritní minerální látky jsou v potravinách obsaženy v desítkách až stovkách $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Stopové prvky, resp. mikroelementy, tvoří třetí skupinu prvků, které tělo potřebuje

v minimálních dávkách, třeba jen v desítkách $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ nebo menších (B, Co, Cr, Cu, F, I, Mn, Mo, Ni, Se, Sn).

Podle fyziologického významu lze minerální látky v potravinách rozdělit na:

- esenciální prvky, tj. prvky nezbytné, které organismus musí přijímat, aby byly zajištěny důležité biologické funkce; patří sem Na, K, Mg, Ca, P, S, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni, Co, Mo, Cr, Se, I, F, B, Si;
- neesenciální prvky, tj. fyziologicky indiferentní prvky- jedná se o Li, Rb, Cs, Ti, Au, Sn, Bi, Te, Br, Al;
- toxické prvky, tj. prvky, které ve formě svých sloučenin nebo v elementární formě vykazují toxické účinky. Mechanismus těchto účinků spočívá v inhibici metabolismu významných enzymů; patří sem Pb, Cd, As, Hg.

Hlavními zdroji zmíněných minerálních prvků může být příroda nebo lidská činnost. Některé prvky, např. arsen, jsou přirozeně se vyskytující v přírodě. Jiné, např. olovo, pochází hlavně z průmyslové výroby a je typickým prvkem spojeným s lidskou činností. Některé další kovy, jako např. kadmium, se mohou vyskytovat jako následek používání fosforečnanových hnojiv v zemědělství.

Limity pro některé anorganické kontaminanty v potravinách jsou v Evropské unii regulovány. Maximální limity toxických látek v potravinách jsou odvozeny z dat o spotřebě potravin a v souladu s vyhodnocením dietární expozice lidí. Průběžnou kontrolu kontaminujících prvků v potravinových řetězcích v ČR zajišťují dozorové orgány a vybraná výzkumná pracoviště. Mezi sledované prvky patří zejména olovo, kadmium, arsen a rtuť.

8.2.2 Kovy a sloučeniny kovů

Ke kovům se řadí kolem osmdesáti prvků periodické soustavy. Přibližně třicet z nich je považováno za kovy toxické, případně kontaminující. Termíny stopové kovy (trace metals), těžké kovy (heavy metals) a toxické kovy (toxic metals) jsou často navzájem zaměňovány. Termíny se používají pro skupinu kovových prvků, které představují určitě riziko pro životní prostředí.

8.2.3 Toxické kovy

Olovo, kadmium, arsen a rtuť jsou prvky, které ve formě svých sloučenin nebo v menší míře v elementární formě vykazují toxické účinky. Mechanismus účinků těchto látek spočívá převážně v inhibici metabolismu významných enzymů.

8.2.3.1 Arsen (As)

8.2.3.1.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Nejčastěji se vyskytujícími anorganickými sloučeninami arsenu jsou oxidy. Z hlediska toxicity jsou významnější anorganické sloučeniny než sloučeniny organické. Arsen je do okolí uvolňován ze dvou zdrojů, přirozeně nebo lidskou činností. Nachází se v půdě, horninách a ve vodě. V důsledku lidské činnosti se dostává do okolí s popelem vznikajícím při spalování uhlí, v prachu při těžbě hornin nebo při tavení kovů. V životním prostředí se nachází i jako kontaminant ve většině potravin rostlinného původu, částečně i v mořských živočiších. V určitých oblastech se nachází ve značně zvýšené koncentraci v pitné vodě. Byly zaznamenány případy rakoviny plic a kůže jako následek pití vody kontaminované vysokou koncentrací arsenu nebo spadem prachovitých částic (důlní činnost). Arsen se

nachází téměř v každé pitné vodě v rozsahu 0-0,2 mg.l⁻¹. Průměrná hodnota činí 0,5 μg.l⁻¹.

Arsen obsažený v potravinách se snadno absorbuje v zažívacím traktu. Chemická forma však rozhoduje o množství arsenu absorbovaného organismem. Absorbovaný arsen se rychle transportuje do všech orgánů a tkání. Koncentrace arsenu se v kůži, nehtech, vlasech a do určité míry v kostech a svalovině zvyšuje vzhledem ke kumulačním schopnostem těchto částí těla. Z organismu je arsen vylučován hlavně močí.

8.2.3.1.2 Obsah arsenu v potravinách a denní příjem

Obsah arsenu v plodinách závisí na celé řadě faktorů, jako například na geologickém původu půd, na množství emisí kontaminovaných arsenem, na lokální výši kontaminace půdy arsenem a na rostlinném druhu. Plodiny pěstované na půdách s vyšším obsahem arsenu mají schopnost jeho kumulace. Houby, sója a byliny z čeledi křížmolitých jsou typické svými vysokými kumulačními schopnostmi arsenu. Značné množství arsenu obsahují potraviny mořského původu, zejména mořské řasy a mořští živočichové.

8.2.3.1.3 Toxicita

Toxikologický význam arsenu záleží na jeho chemické formě. Elementární arsen není výrazně toxický oproti jeho sloučeninám. Organické sloučeniny jsou méně toxické než sloučeniny anorganické a nerozpustné sloučeniny jsou méně toxické než rozpustné. Příznaky akutní intoxikace arsenem jsou:

- gastrointestinální potíže (průjem, bolení břicha, nevolnost),
- kardiovaskulární potíže (srdeční arytmie, apod.),

- neurologické potíže (bolesti hlavy, ztráta orientace, halucinace),
- hemolytické potíže (anémie, leukopenie).

Případy akutní otravy arsenem jsou poměrně vzácné. Větší pozornost je nutné věnovat dlouhodobému příjmu kontaminované vody a potravin nebo spadu prachových částic (chronické intoxikaci).

8.2.3.2 Olovo (Pb)

8.2.3.2.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Olovo a rtuť patří k nejdéle známým a hojně využívaným kovům. Římané používali olovo při stavbě akvaduktů a lodí jako těsnicí materiál a nazvali jej plumbum. Řekové pojmenovali olovo podle planety Saturn. O olovu lze říci, že je všudypřítomné, protože se nachází v malém množství v zemské kůře. Jeho obsah v půdě se pohybuje v rozmezí 2 až 200 mg.kg⁻¹.

Předpokládá se, že hlavním zdrojem jeho výskytu

je v potravinách je zamořené životní prostředí, ke kterému došlo následkem jeho použití v hutní a sklářské výrobě, energetice či při výrobě barev. V podobě alkylsloučenin se olovo používalo jako aditivum do benzínu. Roční těžba olova činí okolo 2,5 milionů tun. Z odpadních surovin se ročně získávají asi 3 miliony tun ročně.

8.2.3.2.2 Obsah olova v potravinách a denní příjem

Prozatímni tolerovatelný týdenní přívod (PTWI) byl určen Světovou zdravotnickou organizací (WHO) na 25 µg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti. Obsah olova se ve většině přírodních vod pohybuje okolo 5 µg.l⁻¹. Dle platných právních předpisů (vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody) platí nejvyšší mezní hodnota 10 µg.l⁻¹.

Jistým problémem pak může být voda v soukromých studních, kde obsah olova může i několikanásobně překračovat povolený limit. Zvýšenou pozornost je vhodné věnovat těm oblastem, kde je možné předpokládat zvýšenou zátěž olovem a zvláště pak v oblastech s měkkou vodou a s nízkým pH.

8.2.3.2.3 Toxicita

V lidském organismu se chová jako antagonistu vápníku. Olovo přijaté organismem se kumuluje v kostech, kde negativně ovlivňuje tvorbu krve tím, že narušuje syntézu hemoglobinu. Je příčinou anemických stavů. V období, kdy se v těle projevuje nedostatek vápníku (např. v období těhotenství), se akumulované olovo uvolňuje z kostí, vstupuje do krevního řečiště



a následně působí toxicky na další orgány. Nejčastěji dochází k poškození jater, ledvin a reprodukčního systému.

Jeho negativní účinek na člověka byl popsán řeckým lékařem Hippokratem, který si všiml, že dělníci pracující s olovem trpí symptomy vedoucími od koliky až po delirium a úplnou paralýzu. Tyto projevy byly pojmenovány jako saturnismus. U dětí může být nadbytek olova příčinou mentálních poruch při jejich vývoji (mentální retardace). Olovnaté ionty, podobně jako ionty dalších těžkých kovů, jsou karcinogenní. Olovo je zvláště nebezpečné pro těhotné ženy, protože může postupovat ochrannou bariérou placenty a poškozovat nervový systém plodu nebo způsobit potrat. Všechny rozpustné soli olova jsou vysoce toxické. Organické sloučeniny olova patří mezi závažné jedy. Kromě jiného se absorbují i pokožkou. Rozpouštějí se v tucích a jsou neurotoxické. Pro lidský organismus je nejrizikovější vstup olova konzumací kontaminovaných potravin.

V přírodě existují některé typy rostlin, které jsou přístupné příjmu značně vysokých koncentrací olova, aniž by byl poškozen jejich vývoj a růst. Ty jsou následně konzumovány dalšími organismy a rezistentní ionty olova jimi přecházejí do dalších článků potravních cest. Např. u divoce žijících zvířata byly zjištěny vysoké koncentrace olova v jejich orgánech.

8.2.3.3 Rtuť (Hg)

8.2.3.3.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Rtuť patří mezi nejdéle známé kovy. Ve starém Řecku byla nazývána jako „hydrargyrum“ pro svůj kapalný stav. Římané jí dali jméno Merkury. Alchymisté

používali rtuť při transmutaci kovových prvků na zlato. Dlouhou dobu byla používána v lékařství. Z průmyslového využití lze uvést výrobu zrcadel a získávání zlata z hornin. V současnosti má široké použití v průmyslu. Využívá se jako katalyzátor v celé řadě chemických reakcí. Rtuť a její sloučeniny jsou ve většině zemí pod přísnou kontrolou.

8.2.3.3.2 Obsah rtuti v potravinách a denní příjem

V zelenině pěstované na půdě, která byla hnojena odpady, byly nalezeny až 10x zvýšené koncentrace rtuti. Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) schválil prozatímni tolerovatelný týdenní přívod 1,6 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti.

8.2.3.3.3 Toxicita rtuti

Z toxikologického hlediska je rtuť velmi důležitým prvkem. Toxicita je přímo ovlivněna délkou expozice. Rtuť negativně ovlivňuje funkčnost bílkovin včetně enzymů, poškozuje krevní buňky. Vazba rtuti na buněčné membrány může inhibovat aktivní transport živin. Následkem nedostatečného transportu cukru do mozkových buněk může dojít k energetickému deficitu v těchto buňkách. Zvýšená propustnost membrán pro draslík pak způsobuje poruchy přenosů nervových impulsů z mozku.

Relativně nejméně toxickou formou rtuti je elementární rtuť. Po požití je často vyloučena bez dopadu na organismus. Hlavní nebezpečí spočívá v možnosti převedení kovové rtuti na velmi toxickou methylrtuť působením methanogenních bakterií. Navíc se kovová rtuť kontinuálně odpařuje do ovzduší. Páry rtuti jsou po nadechnutí rychle absorbovány do krevního oběhu, kterým jsou dopraveny do cílového orgánu - do

mozku. Mírné expozice způsobují poškození centrálního nervového systému, které může vyvolat únavu, podrážděnost, nespavost, poruchy jemné motoriky, včetně třesu končetin a poruchy paměti. Silné expozice mohou mít až smrtící účinek následkem závažného poškození plic.

Anorganické sloučeniny rtuti jsou mírně toxické. Zvláště vnímavé jsou vůči účinkům rtuti děti, podobně jako v případě olova. Právě u dětí mohou být sloučeniny rtuti příčinou tzv. růžové nemoci. Jde o hypersenzitivní reakci na tento typ látek způsobující hypersekreci potních žláz, světlouplachost, horečku, charakteristicky zbarvenou vyrážku (odtud název nemoci), otoky prstů, zduření mízních a slezinných uzlin a rohovatění s následným olupováním pokožky.

V ekosystémech je rtuť přítomna hlavně ve vodním prostředí, převážně ve formě již zmiňované methylrtuti. Sladkovodní i mořské ryby (např. tuňák, mečoun, žralok) mají schopnost značně kumulovat rtuť ve svých tkáních.

V půdách, zejména humózních, je rtuť vázána do značně stabilních komplexů s organickými složkami. To je také příčinou nízké dostupnosti rtuti pro rostliny.

Rtuť je kumulativním jedem. Ukládá se hlavně v játrech a ledvinách, méně v mozku a krvi. Kumulativní účinek závisí na formě, ve které se nachází. Sloučeniny jsou mnohem toxickejší než samotná rtuť.

8.2.3.4 Kadmium (Cd)

8.2.3.4.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Kadmium se v přírodě nachází v půdách, sedimentech a dokonce i v neznečištěné mořské vodě. Chemicky je těsně spojeno s výskytem zinku. Právě většina komerčního využití zinku a jeho sloučenin bude obsahovat malá množství kadmia. Kadmium je do ovzduší emitováno z dolů, hutí a průmyslového využití.

Na rozdíl od zinku, který často doprovází rtuť v různých zinkových rudách, však nepatří mezi esenciální prvky a na životní prostředí působí vysoce toxicky. Je jednou z příčin vysokého krevního tlaku, způsobuje poškození ledvin, reprodukčních orgánů, destrukci červených krvinek a může vyvolat i rakovinu plic. Kadmnaté ionty jsou rovněž příčinou křehnutí kostí, které při dostatečné kumulaci kadmia v těle vede až ke zborcení kostního skeletu.

Kadmium se vyskytuje přirozeně v půdě jako stopový prvek, přičemž kontaminací může být jeho koncentrace více než tisíckrát zvýšena. Některé průmyslové rostliny fungují jako hyperakumulátory kadmia, a mohou tudíž ve svých pletivech tento kov mnohonásobně zkoncentrovat (např. sója, pšenice, některé druhy zeleniny). Jednou z těchto rostlin je i tabák, a to je příčinou nezanedbatelného výskytu kadmia v cigaretovém kouři. Kadmium je podobně jako ostatní těžké kovy značně kumulováno vyššími houbami, především hřibovitými.



Ve zvýšené míře kumulují kadmium ve svých organismech někteří mořští živočichové, zejména mušle, ústřice a krabi. V menší míře hromadí tento kov ryby.

8.2.3.4.2 Toxicita kadmia

Výsledky z provedených studií ukazují, že kadmium je extrémně toxický kov. Je špatně vylučitelné z organismu, má kumulativní charakter s možnými karcinogenními účinky na živočichy. Z tohoto důvodu jsou v EU stanoveny limity pro kadmium v různých druzích potravin.

Bylo zjištěno, že kromě kouření cigaret jsou jeho hlavním zdrojem fosforečnanová hnojiva, kde se obsah kadmia může pohybovat v rozmezí od 2 do 100 mg.kg⁻¹. Pro kořenovou zeleninu je určen maximální limit 0,10 mg.kg⁻¹ a pro listovou zeleninu 0,20 mg.kg⁻¹ čerstvé hmotnosti. Pro koncentrace kadmia v živočišných tkáních je stanoven maximální limit 0,050 g.kg⁻¹.

8.2.3.4.3 Obsah kadmia v potravinách a denní příjem

Kadmium je v nízkých koncentracích nepřekračujících maximální povolenou koncentraci nacházeno téměř ve všech potravinách. EFSA schválil prozatímní tolerovatelný týdenní přívod ve výši 7 µg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

8.3 MINERÁLNÍ LÁTKY KONTAMINUJÍCÍ

V případě, že se v potravinách vyskytují esenciální prvky jako např. železo, zinek, chrom, měď, nikl či selen nebo prvky neesenciální (hliník a cín) ve vyšších koncentracích než jsou koncentrace charakteristické, mohou tyto prvky vykazovat toxické účinky. V tomto případě se pak o nich hovoří jako o látkách kontaminujících.

8.3.1 Nikl (Ni)

8.3.1.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Nikl se v přírodě nachází společně s arsenem, antimonem, sírou a dalšími prvky. Nikl se může vyskytovat jako kontaminační složka ve všech typech abiotického prostředí - v atmosféře, hydrosféře i v pedosféře. Jeho zdrojem mohou být metalurgické, chemické, elektrochemické provozy, ale i spalovny komunálního odpadu. Soli niklu jsou široce používány v průmyslu k pokovování a jako pigmenty do barev. Slitiny jsou používány k výrobě baterií, mincí, kuchařských potřeb apod., dále jako katalyzátor při hydrogenaci olejů.

8.3.1.2 Toxicita niklu

Přestože otravy niklem u pracovníků, kteří pracují v závodech zpracovávajících nikl, jsou dobře známy a toxicita niklu byla dostatečně prokázána, jeho nutriční význam pro živočichy doposud nebyl jednoznačně prokázán. Z tohoto důvodu je kladen důraz na jeho sledování v potravinách.

Nikl vykazuje výrazné toxické účinky na lidský organismus. Zejména prach vznikající při zpracování různých niklových nebo poniklovaných součástí může být příčinou vzniku rakoviny plic nebo rakoviny nosní



a krční sliznice. Mutagenita tohoto kovu však byla prokázána pouze u testovaných zvířat. Kontakt pokožky se sloučeninami niklu může vést k závažným dermatitidám, které mohou přecházet až do formy chronických ekzémů. Chronické otravy mají za následek poškození srdečního svalu, ledvin a centrálního nervového systému. Ženy jsou obecně k negativnímu působení tohoto kovu vnímavější než muži. Kontaminace vodního prostředí niklem nebývá příliš výrazná, přičemž vodní řasy a bezobratlí živočichové kumulují tento kov více než ryby.

8.3.1.3 Obsah niklu v potravinách a denní příjem

Znečištění půd niklem může být oproti vodám významnější s výrazným negativním dopadem, na související fytoocenózu. Koncentrace niklu v rostlinách se pohybuje v rozmezí 0,5 až 3,5 mg.kg⁻¹. Vyšší koncentrace je možné nalézt ve fazolích a růžičkové kapustě nebo konzervované zelenině. V blízkosti hutí a rafinerií niklu dochází často k úplné devastaci přirozené vegetace. EFSA odvodil tolerovatelný denní přívod (TDI) na 2,8 µg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

8.3.2 Měď (Cu)

8.3.2.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Měď je v životním prostředí zastoupena převážně ve formě svých rud, ale v některých případech i v ryzí formě a podobně jako zinek patří k esenciálním prvkům. Obzvláště důležitá je schopnost mědi vytvářet s aminy komplexy a dále ligandy, což je důležité z hlediska jeho biologických vlastností.

Sloučeniny mědi a cínu (bronz), stejně jako mědi a zinku (mosaz), byly po tisíciletí a dodnes jsou využívány člověkem k výrobě

nástrojů denní potřeby. Měď je důležitým kovem pro stavebnictví, strojírenství a hlavně elektrochemický průmysl. Soli mědi jsou důležité pro farmaceutický průmysl a zemědělství (insekticidy, fungicidy apod.).

8.3.2.2 Toxicita mědi

Měď je důležitou součástí metabolických procesů v lidském organismu. Měď je důležitá rovněž pro bezchybný metabolismus železa v lidském organismu a její nedostatek může být příčinou zhoršené syntézy hemoglobinu a následně anemických stavů.

Vyšší koncentrace mědi v organismu mohou naopak vést k vážnějším zdravotním potížím. Měď patří k akumulacím xenobiotikům a hromadí se především v játrech a kostní dřeni. Rozpustné soli mědi mohou kromě anemie způsobit i poškození jater a ledvin, případně zažívací potíže spojené s krvácením do zažívacího traktu.

Soubor zdravotních problémů souvisejících s chronickou akumulací mědi v játrech, mozku, ledvinách a oční rohovce je označován jako Wilsonova nemoc. Dochází k poškození uvedených orgánů a k jejich funkční nedostatečnosti.

8.3.2.3 Obsah mědi v potravinách a denní příjem

Měď je přítomna ve všech potravinách v koncentracích pohybujících se většinou v rozmezí od 0,05 do 2,0 mg.kg⁻¹. V některých potravinách jako např. jádrech ořechů a vnitřnostech mohou být koncentrace až několiknásobně vyšší.

Největším problémem však zůstávají poměrně vysoké koncentrace mědi ve vodě, která byla ohřívána v zásobnících z mědi

(1,6 až 300 mg.kg⁻¹). Takové koncentrace mohou krátce po vypití vody způsobovat nevolnost, závratě apod.

Měď patří mezi mikroprvky důležité pro správnou funkci živých organismů. Za normálních situací se měď nachází ve všech potravinách rostlinného i živočišného původu v malých množstvích. Při vyšších koncentracích může mít toxické účinky.

WHO společně s Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) stanovila prozatímní tolerovatelný denní příjem pro měď na 0,5 mg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

8.3.3 Hliník (Al)

8.3.3.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Hliník je třetím nejrozšířenějším prvkem v zemské kůře (7-8 %). Je velmi reaktivní, tvoří celou řadu anorganických sloučenin, např. oxidy, hydroxidy, sírany, fluoridy, chloridy a celou řadu organických sloučenin. Hliník a jeho slitiny mají široké uplatnění v elektrotechnickém, automobilovém, stavebním, strojírenském, farmaceutickém, chemickém a potravinářském průmyslu.

8.3.3.2 Toxicita hliníku

Vzhledem ke své reaktivnosti se nevyskytuje v přírodě volný, ale ve sloučeninách, nejčastěji s kyslíkem, křemíkem, fluorem a dalšími prvky. Mnoho jeho sloučenin je ve vodě nerozpustných a právě proto je hliník v půdě málo pohyblivý a jeho koncentrace ve vodě je za normální situace velice nízká. V kyselém prostředí se však jeho rozpustnost zvyšuje. Důsledkem změn v životním prostředí je „kyselý déšť“, intenzifikací zemědělství a průmyslu

dochází ke zvýšení mobility hliníku a k jeho vyplavování z půdy. To umožňuje jeho využití rostlinami a živočichy a následně jeho vstup do potravního řetězce. Jeho koncentrace se v potravinovém řetězci zvýšila natolik, že se stal sledovaným kontaminantem.

8.3.3.3 Obsah hliníku v potravinách a denní příjem

Hliník je obsažen téměř v každé potravině a nápoji. Jeho obsah v potravinách rostlinného původu je vyšší než v potravinách živočišného původu. Obsah hliníku v rostlinách úzce koreluje s jeho obsahem v půdě.

Dlouhodobé zvýšení příjmu hliníku vyvolává tzv. Parkinsonovu chorobu. EFSA stanovil tolerovatelný týdenní příjem na 1 mg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

8.3.4 Cín (Sn)

8.3.4.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Cín vytváří celou řadu anorganických i organických sloučenin. Kov i jeho anorganické sloučeniny jsou považovány za málo toxické oproti sloučeninám organickým, které jsou toxické. Cín je používán od starověku, buď samostatně, nebo v různých slitinách (bronz). Při používání bronzového nádobí, na rozdíl od nádobí cínového, nebyly zaznamenány žádné významné otravy.

V současné době je cín využíván v elektrotechnickém, chemickém, sklářském a strojírenském průmyslu. Organické sloučeniny cínu jsou používány jako stabilizátory v barvách, polyvinylchloridových plastech a agrochemikáliích.

8.3.4.2 Obsah cínu v potravinách a denní příjem

Běžná koncentrace cínu v potravinách a nápojích se pohybuje pod 0,1 mg.kg⁻¹. Zvýšené koncentrace se vyskytují v konzervované zelenině a ovoci. Obsah cínu v konzervovaném ovoci a zelenině záleží na tom, zda se jedná o plechy lakované nebo jen povrchově upravené pocínováním. Množství uvolněného cínu je závislé na povaze potraviny. Konzervované maso v obyčejných konzervách je kontaminováno cínem jen minimálně, zatímco konzervovaná rajčata, která mají vyšší obsahy dusičnanů, vykazují mnohem vyšší kontaminaci cínem. WHO stanovila pro cín tolerovatelný denní příjem 2 mg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

8.3.4.3 Toxicita cínu

Toxické účinky cínu se projevují až při dlouhodobé konzumaci vysoce kontaminovaných potravin. Vzhledem k tomu, že toxicita ostatních kovových prvků je nevýznamná, tato publikace se jimi dále nezabývá.

8.4 ORGANICKÉ KONTAMINANTY

Mezi nejzávažnější kontaminanty patří organické sloučeniny endogenního původu. Představují významnou skupinu kontaminantů vyskytujících se téměř ve všech složkách životního prostředí, tedy i v potravních řetězcích. Tyto látky jsou většinou karcinogenní a způsobují chronickou toxicitu. Vzhledem k velké šířce tématu se tato publikace zabývá jen vybranou skupinou těch nejvýznamnějších kontaminantů. Tyto kontaminanty jsou také nazývány (dle původu vzniku) průmyslovými kontaminanty.

8.4.1 Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

8.4.1.1 Chemické vlastnosti a výskyt polycyklických aromatických uhlovodíků

Jejich výskyt v potravinářských surovinách úzce souvisí se zátěží životního prostředí jako následek nedokonalého spalování organické hmoty. Tvoří poměrně širokou skupinu sloučenin a jejich složení závisí na teplotě plamene a dostupnosti kyslíku. Mezi nejznámější patří například benzo(a)pyren, antracen apod. Tyto látky vznikají při určitých kulinářských úpravách pokrmů (grilování), při technologických procesech při výrobě potravin (uzení) nebo při kouření tabáku.

Jejich chemické vlastnosti jsou závislé na počtu aromatických jader a jejich uspořádání. Dále pak na reakční teplotě, intenzitě slunečního záření, koncentraci apod. Jejich podstatnou vlastností je, že mají kumulativní charakter, pro rostliny jsou fytotoxické a jsou potenciálně karcinogenní. Vzhledem k tomu, že jedním z nejvýznamnějších transportních medií PAU jsou vzdušné proudy, lze konstatovat, že se nacházejí všude, paradoxně i tam, kde neexistuje průmyslový zdroj.

8.4.1.2 Toxicita polycyklických aromatických uhlovodíků

Příspěvek různých potravinových komodit na denním dietárním příjmu PAU se různí. V úvahu je však nutné brát množství spotřebované potraviny, např. v cereáliích je obsah PAU řádově nižší v porovnání s potravinami živočišného původu, ale jejich spotřeba je však podstatně vyšší. Odhadovaný průměrný denní přívod sledovaných PAU se pohybuje kolem 3 µg.

8.4.1.3 Obsah polycyklických aromatických uhlovodíků v potravinách

Z hlediska zátěže potravního řetězce se jedná hlavně o zemědělské plodiny (ovoce a zelenina), půdu a vodní zdroje nebo o následné opracovávání potravin živočišného původu.

Podle toho, kde se kontaminující látky v rostlině nacházejí, lze kontaminaci rozdělit na:

- kontaminaci nadzemní části (listy a stonek), která je obecně vyšší než části podzemní a závisí na kontaminaci ovzduší, délce vegetace rostliny a velikosti listové plochy;
- kontaminaci vnitřních částí rostlin, výrazně nižší než vrchní části rostlin;
- kontaminaci kořenové části, kde je obsah PAU ovlivněn druhem rostlin a kontaminací půdy, obecně lze říci, že obsah kontaminantů je v této části o dva řády nižší, než v části listové.

Významným zdrojem PAU jsou však také nesprávně prováděné kulinářské úpravy nebo technologické procesy potravin živočišného původu. **Jedná se hlavně o:**

- uzení masa a ryb, resp. sýrů, za účelem zvýšení jejich údržnosti a současně i chutnosti (aromatizace kouřem). Tato úprava představuje jeden z nejstarších způsobů jejich opracování; výsledný obsah PAU a tedy i kontaminantů je ovlivněn technikou tvorby kouře, typu udíčího postupu (teplý či studený kouř), dobou vlastního uzení, druhem dřeva apod. Rozdíly v obsahu PAU v hotových výrobcích se pohybují mezi 0,1 až 60 $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ výrobku, někdy i více. Obecně lze říci, že výrobky z domácího uzení obsahují výrazně vyšší obsahy PAU než výrobky uzené moderními technologiemi.

grilování a pečení na roštu – jedná se o další tepelnou úpravu, která může za určitých okolností vést k závažnému zvýšení obsahu PAU v konečných výrobcích. **Zdroje kontaminace mohou být:**

- sloučeniny vzniklé pyrolýzou tuku odkapávajícího na topnou plochu nebo do žhnoucího paliva,
- sloučeniny vzniklé pyrolýzou použitého paliva,
- sloučeniny vzniklé pyrolýzou grilované potraviny přímo s plamenem.
- pražení a sušení (káva a jiné poživatiny) - při sušení nepřímým ohřevem jsou obsahy PAU velmi nízké, naopak při kontaktním sušení (kontakt suroviny s produkty hoření) je riziko zvýšené koncentrace PAU vyšší.

Obsah PAU v potravinách je legislativně omezen nařízením Komise (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, v platném znění.

8.4.2 Polychlorované bifenyly (PCB)

Polychlorované bifenyly patří mezi organochlorové sloučeniny. Tvoří skupinu 209 chemicky příbuzných látek (kongenerů) lišících se počtem a polohou atomů chloru navázaných na molekule bifenyly. Sloučeniny tohoto typu jsou lipofilního charakteru, tzn., že jsou dobře rozpustné v tucích. Nejvíce se hromadí v tukových tkáních.

8.4.2.1 Chemické vlastnosti a výskyt

PCB se průmyslově vyráběly od r. 1929 do 80. let 20. století. Jejich fyzikálně-chemické

vlastnosti se uplatňovaly v řadě technických oborů (přísady barev, laků, plastů, pesticidů, chladicí kapaliny v transformátorech aj.). Vzhledem k jejich stálosti a nízké těkavosti jsou v prostředí stále nesmírně rozšířené. Jejich nejvýznamnějším rezervoárem jsou sladkovodní sedimenty a oceány.

8.4.2.2 Toxicita

Akutní toxicita těchto látek je nízká, ale při dlouhodobém zvýšeném příjmu mohou u člověka nastat zdravotní komplikace. Symptomy otravy zahrnují celou škálu patologických projevů.

Karcinogenní účinek dosud nebyl jednoznačně prokázán, ale je považován za pravděpodobný. Zvýšenému riziku jsou vystaveny skupiny populace konzumující převážně potraviny s vysokým obsahem PCB (především kojenci z mateřského mléka, populace žijící se rybami). Toxicita jednotlivých látek je rozdílná.

8.4.2.3 Obsah polychlorovaných bifenyly v potravinách

Zdrojem PCB pro člověka jsou převážně živočišné potraviny. Indikátorem, podle kterého se posuzuje zatížení lidí, je obsah těchto látek v mateřském mléce. Během posledních 20 let dochází k pozvolnému poklesu těchto látek v životním prostředí. Do potravního řetězce se PCB dostávaly u staveb realizovaných před rokem 1986, kde byly součástí nátěrových a stavebních hmot. V roce 1986 bylo jejich používání zakázáno.

Přípustný obsah PCB v živočišných potravinách je stanoven nařízením Komise (ES) č. 1881/2006, v platném znění. Podle tohoto nařízení platí maximální limit pro sumu polychlorovaných bifenyly 40 ng.kg⁻¹

tuku pro maso prasat, skotu a ovcí, drůbeže, ale i pro mléko a mléčné výrobky a vejce.

8.4.3 Dioxiny

Termín dioxiny zahrnuje dvě rozsáhlé skupiny vysoce toxických chemických látek, polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD) a polychlorované dibenzofurany (PCDF).

Tyto látky nemají žádné využití a cíleně nebyly nikdy vyráběny. Jedinou výjimkou bylo jejich použití v defoliantu pod názvem Agent Orange, který byl používán ve vietnamské válce. Vznikají při spalování fosilních paliv a odpadu nebo při průmyslové výrobě, ve které se používá chlor. Vznikají též při lesních požárech a sopečných erupcích.

8.4.3.1 Chemické vlastnosti a výskyt

Dioxiny patří do skupiny perzistentních organických polutantů (POPs). Vyskytují se ve všech složkách životního prostředí. Likvidace dioxinů je velice obtížná. Je možné je spalovat při teplotách nad 1 200 °C.

Ve vodě jsou málo rozpustné, málo těkavé, dobře se váží na pevné částice a jen pozvolna podléhají rozpadu. Mají lipofilní charakter, tzn., že se dobře váží na tukovou tkáň.

8.4.3.2 Toxicita

Dlouhodobé působení dioxinů vede k poškození imunitního, endokrinního a nervového systému a k poruchám reprodukčních funkcí. Dioxiny mají kumulativní charakter. V nízkých dávkách mají teratogenní i karcinogenní účinky. Pro dioxiny není stanovena bezpečná dávka, protože se předpokládá, že jsou škodlivé v jakékoli detekovatelné koncentraci.

8.4.3.3 Obsah dioxinů v potravinách

V potravním řetězci se nejčastěji nacházejí v rybím mase a rybích výrobcích pocházejících z Baltského a Severního moře. Vzhledem k toxikologické významnosti dioxinů byly stanoveny maximální limity v potravinách (dle nařízení Komise (ES) č. 1881/2006).



8.5 PESTICIDNÍ PŘÍPRAVKY

Přes neustálý nárůst organicky pěstované zeleniny a ovoce jsou přípravky na ochranu rostlin (pesticidní přípravky), jejich rezidua nebo metabolity, hned po patogenních kontaminantech, nejčastěji nacházenými a ze zdravotního hlediska nejzávažnějšími kontaminanty, se kterými se spotřebitel setkává. Obecnou strategii hodnocení toxicity pesticidů uvádí na svých webových stránkách Světová zdravotnická organizace (www.who.org).

Ke kontaminacím dochází přesto, že jsou zavedeny systémy Správné zemědělské praxe (Good Agriculture Practice, GAP) a ke každému přípravku je přiložen návod s dostatečnými informacemi na jeho použití, včetně ochranné doby.

V porovnání s minulostí jsou používány nové přípravky s vysokou účinností účinné látky proti škodlivému činiteli, což umožňuje malé aplikační dávky a minimalizaci vedlejších účinků na životní prostředí. Přesto však občas dojde k překročení povolených limitů jejich reziduí v potravním řetězci. Ve všech případech jsou tyto kontaminace způsobeny selháním lidského faktoru. Ve většině případů se jedná o nesprávnou aplikaci, použití nevhodného přípravku, použití jiné

než povolené dávky, nedodržení ochranné lhůty apod. Nálezy reziduí pesticidů tzv. „první generace“ jsou spíše vzácností. Výklad pojmů „pesticid“, „reziduum“ a „metabolit“ nejsou vždy jednotné a správné.

Definice pojmu „pesticid“ není z celosvětového pohledu jednotná. Většinou se pod pojmem pesticidy uvažují chemikálie nebo směsi chemikálií používané k prevenci, eliminaci nebo kontrole nežádoucího hmyzu, rostlin a živočichů.

Jako pesticidy se označují všechny sloučeniny nebo jejich směsi, určené pro prevenci, zničení, potlačení, odpuzení

či kontrolu škodlivých organismů (tj. nežádoucích rostlin, živočichů nebo mikroorganismů) během produkce, skladování, transportu, distribuce a zpracování potravin, zemědělských komodit a krmiv a dále látky aplikované u zvířat proti ektoparazitům.

Termín „pesticidy“ zahrnuje též sloučeniny používané jako „desikanty“, „regulátory“ či „stimulátory růstu“, „inhibitory klíčení“ či aplikované na plodiny preemergentně nebo postemergentně nebo jako přípravky posklizňové.

Pesticidní přípravky jsou chemické sloučeniny často s velmi složitou strukturou. Pro jednodušší komunikaci se většina těchto látek označuje triviálními názvy.

Biologicky účinná látka může být v pesticidním přípravku zastoupena sama nebo v kombinaci s dalšími účinnými látkami. Může být také obsažena v různých typech přípravků, které se liší označením, resp. komerčním názvem. Jako příklad lze uvést fungicid s názvem Akrobat MZ WG, kde jsou ve směsi použity dvě účinné látky, dimethomorph a mancozeb.

Jiným příkladem může být herbicid s názvem Mustang, kde jsou ve směsi použity tři složky, 2,4,-D (kyselina dichlorfenoxycetová), aminopyralid a florasulam.

Z hlediska praktického použití se pesticidní přípravky rozdělují podle cílových skupin škodlivých organismů, u kterých vyvolávají toxické účinky, které vedou k jejich likvidaci nebo významnému omezení.

8.5.1 Klasifikace pesticidních přípravků

Pesticidní přípravky se dají rozdělit dle cílové slupiny organismu a způsobu aplikace:

- herbicidy (proti plevelným rostlinám)
- aplikované na list
- systémové nebo translokovatelné
- kontaktní
- aplikované do půdy
- fungicidy (proti houbovým chorobám)
- ochranné – nesystémové
- kurativní – systémové
- insekticidy (proti hmyzu)
- systémové
- nesystémové
- akaricidy (proti roztočům)
- nematocidy (proti háďátkům)
- molluskocidy (proti měkkýšům vodním i suchozemským)
- rodenticidy (proti hlodavcům)

Speciálními pesticidními prostředky jsou dále:

- regulátory růstu kulturních rostlin
- látky podporující růst
- inhibitory a retardátory růstu
- retardátory klíčení

Aby se předcházelo výkladovým nesrovnalostem, EU ve svých legislativních odkazech používá širší termín „prostředky na ochranu rostlin a biocidy“.

V České republice je v souladu s § 39 zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění, vydáván Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ) seznam přípravků a dalších prostředků povolených v České republice. Uživatelé přípravků se při své činnosti musí řídit návodem a ostatními

údaji na obalu přípravku nebo v příbalové dokumentaci a tím chránit sebe, neohrožovat bezpečnost potravin a životní prostředí.

Prostředky na ochranu rostlin jsou definovány jako látky chemické či biologické povahy určené pro:

- ochranu rostlin nebo rostlinných produktů proti škodlivým organismům;
- ovlivnění životních procesů v rostlinách mechanismy jinými než působí nutrienty (sem spadají např. regulátory růstu);
- zajištění údržnosti rostlinných produktů;
- zničení nežádoucích rostlin či jejich částí;
- kontrolu a prevenci nežádoucího růstu rostlin.

Biocidy zahrnují široké spektrum produktů určených v rámci dané aplikace proti různým cílovým organismům, jde zejména o:

- látky s dezinfekčním účinkem (proti bakteriím, virům);
- látky s konzervačním účinkem (proti plísním, hmyzu);
- insekticidy pro komunální hygienu (proti hmyzu - mouchám, mravencům);
- rodenticidy (proti myším, potkanům);
- látky zabraňující usazování organismů (zejména řas) na površích předmětů.

8.5.2 Rezidua pesticidů

Jako rezidua pesticidů se označují zbytková množství pesticidů, resp. aktivních složek pesticidních přípravků a jejich metabolitů a rozkladných nebo reakčních produktů, v potravinách, zemědělských plodinách nebo krmivech.

8.5.2.1 Maximální limit reziduí

Maximální limit reziduí pesticidů (MRL) je nejvyšší přípustné, toxikologicky

přijatelné množství pesticidů, které je výsledkem použití pesticidních přípravků v souladu s GAP při ochraně rostlin během vegetace a skladování, nebo je výsledkem kontaminace životního prostředí dnes již nepoužívanými pesticidy, resp. zakázanými pesticidy.

Správná zemědělská praxe je velmi široký pojem. Ve vztahu k pesticidním přípravkům a MRL jde o důsledné uplatňování opatření, která výsledně vedou k produkci bezpečných potravin a krmiv. Jedná se tedy o předpoklad, že budou použity pouze vhodné přípravky, ve vhodný čas (tj. ve vhodném vývojovém stádiu škodlivého činitele), v množstvích doporučených aplikačních dávek při dodržení intervalu mezi posledním ošetřením a sklizní (tj. ochranné lhůty) a v souladu s pokyny pro aplikaci schválenými při registraci.

MRL jsou důležitým nástrojem ochrany spotřebitele. Jsou uváděny pro danou kombinaci pesticid/potravinová komodita a vyjadřovány v mg.kg^{-1} . MRL pro pesticidy respektují toxikologické limity, při jejichž stanovení se počítá i s tzv. bezpečnostním faktorem.

Z toxikologického hlediska je nutné zdůraznit, že jeho mírné překročení neznamená bezprostřední ohrožení zdraví konzumenta, protože rizikové koncentrace vyvolávající symptomy akutní otravy či vedoucí v případě dlouhodobého příjmu k chronické intoxikaci, jsou mnohem vyšší. Toto kritérium je významné při kontrole dodržování příslušných předpisů pro aplikaci pesticidů.

Aplikované pesticidní přípravky mohou i při dodržení pravidel správné zemědělské praxe

zanechávat v zemědělských plodinách či ve složkách ekosystému detekovatelná množství reziduí. Za určitých okolností mohou být stopy některých pesticidů či jejich rozkladných produktů prokázány i v pitné nebo závlivkové vodě. Je nutné zdůraznit, že kulinární příprava pokrmů a technologické procesy při zpracování zemědělských plodin, které mohou obsahovat rezidua, vedou vesměs k významným poklesům jejich hladin či jejich úplné eliminaci.

8.5.2.2 Toxikologické hodnocení

Cílem toxikologických studií je určit charakter a rozsah toxických efektů způsobených u experimentálních organismů testovaným pesticidem a určení úrovně expozice, při které není pozorován nepříznivý účinek (NOAEL). Pro charakterizaci celého spektra potenciálních efektů jsou prováděny jak krátkodobé (akutní) tak i chronické (dlouhodobé) studie, přičemž k expozici laboratorních zvířat dochází za podmínek různých dávkovacích režimů. Přijatelná úroveň dlouhodobé dietární expozice člověka označovaná jako TDI se určuje na základě NOAEL s využitím bezpečnostního faktoru (jeho typická hodnota je 100) dle vztahu: $TDI = NOAEL/100$. Přijatelný denní přívod se tedy používá k charakterizaci chronického rizika a vyjadřuje se v mg daného pesticidu na kg tělesné hmotnosti člověka a den. Při hodnocení akutního rizika souvisejícího s dietárním přívodem pesticidů se používá akutní referenční dávka (ARfD). Její hodnota se odvozuje od NOAEL stanovené v rámci krátkodobých studií pro nejcitlivější skupinu testovacích organismů. ARfD se také vyjadřuje v mg daného pesticidu na kg tělesné hmotnosti člověka. Tyto dávky stanovují na základě toxikologického hodnocení mezinárodní organizace, např. EFSA či WHO.

Metodika realizace a vyhodnocování testů karcinogenity, reprodukčních poruch, neurotoxicity, genotoxicity, imunotoxicity a dalších toxických efektů je průběžně aktualizována.

Z toxikologického hlediska však závažným a dosud neuzavřeným problémem zůstává současný výskyt několika druhů reziduí (synergie, antagonismus, adice). Tento problém, tzv. „reziduální mix, koktejl“, představuje velice složitý problém, a to jak z hlediska analytického, tak i z hlediska vzájemných interakcí reziduí a metabolitů s okolním prostředím.

Používání sloučenin považovaných za látky obtížně rozložitelné, s vysokou persisterencí v životním prostředí a s vysokým bioakumulačním potenciálem v potravních řetězcích, patří k tzv. „první generaci pesticidů“, je ve většině případů zakázané, včetně jejich výroby.

Ve vztahu k ochraně životního prostředí a zdraví spotřebitele jsou na pesticidy tzv. „nové generace“ neboli „moderní pesticidy“ kladeny vysoké požadavky, co se týče jejich snadné degradovatelnosti. Je vyžadováno, aby v určitém čase po aplikaci došlo k jejich rozkladu účinkem řady fyzikálně-chemických faktorů běžných v prostředí jejich předchozí aplikace (např. sluneční záření (fotolýza), vyšší teplota (vypařování), vlhkost (hydrolyza), oxidace vzdušným kyslíkem, zředovací efekt v průběhu vegetace apod.).

V exponovaných cílových i necílových organismech dochází k postupné biotransformaci reziduí pesticidů, která je součástí detoxifikačních pochodů. Vznikající metabolity, resp. degradační produkty se tak

mohou nacházet i v potravinách. V případě, že se jedná o toxikologicky významné látky, je nutné je systematicky sledovat.

Možná přítomnost reziduí pesticidů v potravinách je konzumenty vnímána zvláště citlivě, a proto je pro řadu konzumentů toto nebezpečí rozhodujícím argumentem pro preferenci produktů organického zemědělství, kde je používání syntetických organických pesticidů vyloučeno.

Ve vyspělých zemích prakticky nejsou dokumentovány příklady onemocnění jako důsledek akutní dietární expozice k pesticidům. Lze konstatovat, že hodnoty pro akutní expozici jsou pro běžně používané pesticidy a různé typy diet překročeny jen zcela výjimečně. Ve většině případů je TDI pro chronickou expozici čerpán jen z několika desetin procent a není proto zdravotně příliš významný.

8.5.2.3 Odhad dietárního přívodu

V rámci procesu hodnocení rizik je nutné vycházet ze znalosti expoziční dávky resp. dietárního přívodu. Odhad dietárního přívodu je nezbytný pro posouzení přijatelnosti MRL a tomu odpovídající správné zemědělské praxe z hlediska ochrany zdraví konzumentů. Dlouhodobý (chronický) denní přívod reziduí daného pesticidu lze považovat za „bezpečný“, pokud po přepočtu na kg tělesné hmotnosti nepřekračuje příslušnou hodnotu TDI.

Přesné stanovení chronického dietárního přívodu resp. expozice je však velmi obtížné, neboť v řadě případů nejsou k dispozici potřebné údaje.

Pro účely mezinárodního hodnocení je nutné znát:

- typické hladiny reziduí (průměry, mediány) experimentálně získané za specifikovaných podmínek aplikace v souladu se správnou zemědělskou praxí,
- typický podíl reziduí v jedlém podílu dané komodity (tj. po odstranění nejedlých slupek, skořápek, povrchových listů apod.);
- procesní faktory (vliv kulinárních a komerčních procesů),
- další možné aplikace daného pesticidu (např. použití jako veterinární léčivo), které mohou navýšit množství rezidua.

Pro odhad na národní úrovni je dále třeba zohlednit:

- podíl plodiny či příslušné komodity ošetřené příslušným přípravkem;
- podíl plodiny či komodity pocházející z importu;
- výsledky monitorovacích aktivit a dozorové činnosti;
- výsledky studií spotřebního koše potravin;
- data o spotřebě potravin včetně údajů pro citlivé skupiny populace.

Systematické řešení otázek spojených s akutním dietárním přívodem na mezinárodní úrovni iniciovaly především britské studie dokumentující variabilitu reziduí – v jednotlivě konzumovaných kusech zeleniny či ovoce mohou být hladiny i několikanásobně vyšší než průměrný nález odpovídající reprezentativnímu vzorku. Vypracovaná metodologie uvažuje krátkodobý přívod (typicky během 24 hodin) značného množství komodity kontaminované pesticidem s relativně vysokou akutní toxicitou a s maximálním

obsahem reziduí. Odhad je pak porovnáván s ARfD získanou v rámci toxikologických studií.

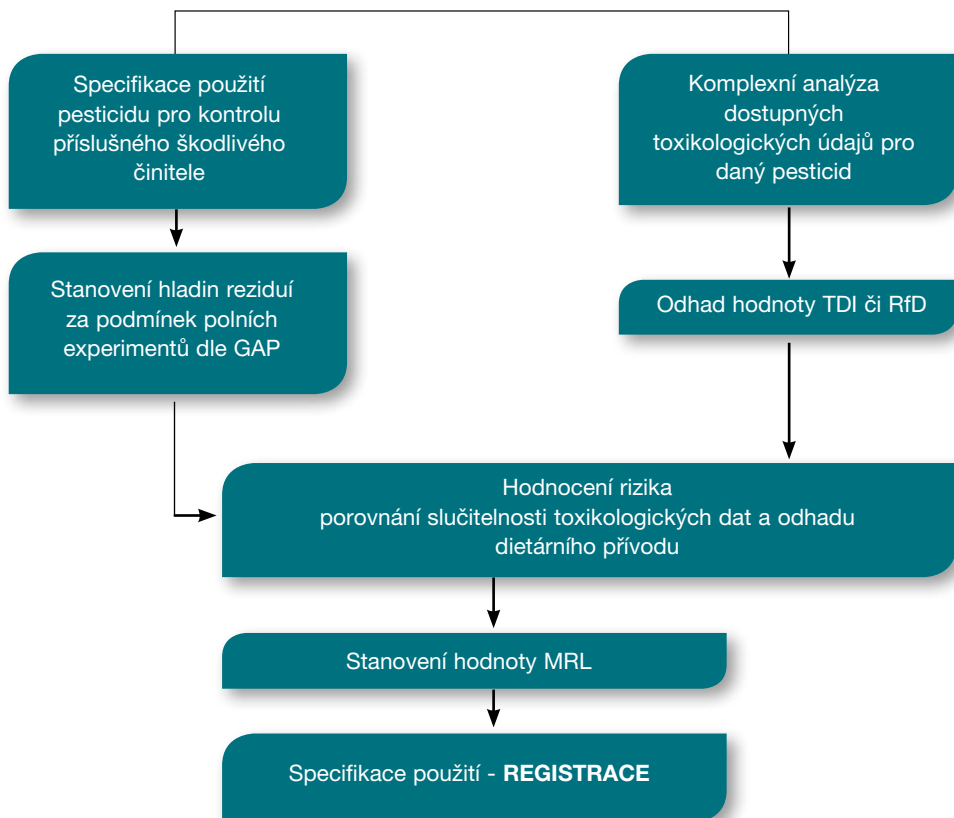
8.5.3 Mechanismus pesticidních účinků

Komplexní charakterizace mechanismu interakce daného pesticidu se škodlivým činitelem je samozřejmě základním předpokladem jejich účinné aplikace. Vzhledem ke složitosti zmíněné problematiky se jí nelze v tomto textu zabývat.

8.5.4 Strategie stanovení MRL a registrace pesticidů, právní předpisy

Následující schéma přehledně ilustruje proces stanovení hodnot MRL a registrace pesticidů.

Mezinárodní doporučení pro hodnoty MRL vydává EFSA, jež se podílí na vědeckém hodnocení rizik regulovaných sloučenin, mezi které pesticidy patří (více podrobností o činnosti této organizace lze nalézt na <http://www.efsa.europa.eu/en/science/pesticides>). V EU hodnoty MRL stanovují odborné skupiny Evropské komise.



8.5.5 Kontrola a monitoring

Informace o druhu a koncentracích reziduí pesticidů v potravinářských surovinách a produktech se stejně jako u jiných cizorodých látek získávají prostřednictvím národních monitorovacích programů a dále v rámci cílených vyšetření reagujících na aktuální problémy zjištěné v rámci různých souvisejících aktivit. Získaná data slouží mimo jiné k posouzení účinnosti legislativních opatření, tedy dodržování zásad dobré zemědělské praxe a potažmo hygienických limitů. Současně lze data z monitorovacích programů (nikoli cílená vyšetření) použít i pro hodnocení zdravotních rizik.

Monitoring reziduí (odběr vzorků podle předem stanoveného plánu, který však nemá charakter došetřování dříve zjištěných problémů) slouží nejen k identifikaci trendů, ale i vyhledávání potenciálních problémů (nepovolené použití pesticidů, záměna přípravků apod.); významným výstupem těchto aktivit je i shromažďování podkladů pro stanovení maximálních limitů reziduí a posouzení dietární expozice obyvatelstva.

Přestože existuje integrovaný systém pěstování ovoce a zeleniny, jako velký problém u zeleniny a měkkého ovoce se projevuje fenomén rychlého střídání plodiny, což vyžaduje i velkou variabilitu v použití pesticidních přípravků (insekticid/fungicid) a tudíž i širokou variabilitu jejich reziduí s možností vzájemných interakcí nebo synergických účinků a tedy zvýšené riziko příjmu reziduí konzumentem (i když v malých dávkách, většinou pod hranicí MRL). Jako příklad je možné uvést ledový salát, celer, jablka apod., kde je velká pravděpodobnost nálezu více reziduí.

8.6 DUSIČNANY A DUSITANY

Dusičnany a dusitany jsou přirozenou složkou životního prostředí a podílejí se na koloběhu dusíku v přírodě. Součástí tohoto koloběhu jsou bílkoviny a jiné dusíkaté sloučeniny obsažené v živých organismech. Jejich rozkladem se uvolňuje amoniak, který nitrifikační bakterie oxidují na dusitany, které následnou oxidací přecházejí na dusičnany. Koloběh je uzavřen tím, že nitrifikační bakterie z dusičnanů uvolňují dusík, který se tak vrací zpět do atmosféry. Jako součást koloběhu dusíku v přírodě se vyskytují dusičnany a dusitany v mnoha potravinách rostlinného a živočišného původu. Dusičnany se do lidské potravy dostávají z rostlin, které dusík v průběhu vegetace přijímají z půdy, do potravin živočišného původu se dostávají z krmiv.

Obsah dusičnanů v rostlinách je silně ovlivňován prostředím, ve kterém vegetují. Dusičnany se v rostlinných pletivech ukládají v době, kdy dusík nemůže být rostlinou využíván. V této době rostlina neredukuje dusičnany na snadněji asimilovatelné formy dusíku, amonné soli.

Intenzivním hnojením dochází ke zvýšení obsahu dusičnanů v půdě nad množství rostlinami využitelné a tím i ke zvýšení dusičnanů v potravinových surovinách nebo v potravinách.

Dusičnany a dusitany se využívají například také jako přídatné látky při nakládání masa za účelem zachování jeho barvy a inhibici růstu bakterií rodu *Clostridium botulinum*, které produkují vysoce toxické látky – botulotoxiny (známé pod pojmem botulinový jed). Hlavním zdrojem dusičnanů je zelenina a brambory.

Podle schopnosti zeleniny a okopanin hromadit dusičnany v různém množství se rozdělují na potraviny:

- s vysokým obsahem dusičnanů (nad 1 000 mg.kg⁻¹), kam patří např. salát, špenát, mangold, reveň, pekingské zelí, ředkvička, ředkev, celer, cukrová kukuřice;
- se středním obsahem dusičnanů (250 až 1 000 mg.kg⁻¹), kapusta, hlávkové zelí, květák, petržel, mrkev, česnek, brambory aj.;
- s nízkým obsahem dusičnanů (pod 250 mg.kg⁻¹), cibule, rajčata, hrách, okurky.

Přirozený obsah dusičnanů v živočišných tkáních je velice nízký.

V běžných koncentracích nejsou dusičnany pro dospělé lidi nebezpečné, protože

se relativně rychle vylučují z těla močí. Hodnota TDI pro dusičnany je stanovena na 3,7 mg.kg⁻¹ tělesné hmotnosti.

Endogenní dusitany vznikají v trávicím ústrojí působením mikroorganismů. Jejich toxický účinek spočívá v tom, že po jejich vstřebání do krve dochází k jejich vazbě na hemoglobin (Fe²⁺) za vzniku methemoglobinu (Fe³⁺), čímž dochází k blokaci přenosu kyslíku. Příznaky methemoglobinemie je šedomodré až modrofialové zbarvení pokožky, sliznic a okrajových částí těla. Dusitany jsou obzvláště nebezpečné u kojenců ve stáří 2-4 měsíců života. Přítomnost dusitanů v potravinách nelze podceňovat ani u starších dětí ve vztahu k vývoji celé řady orgánů.

9 Přídavné látky

Podle platné legislativy se přídavnými látkami, resp. aditivy, rozumí látky bez ohledu na jejich výživovou hodnotu, které se zpravidla nepoužívají samostatně ani jako potravina, ani jako charakteristická potravinová přísada. Přidávají se do potravin při výrobě, balení, přepravě nebo skladování, čímž se samy nebo jejich vedlejší produkty stávají nebo se mohou stát součástí potraviny.

Přídavné látky jsou neodmyslitelnou součástí moderních technologií výroby většiny potravin. Důvodů pro jejich použití je mnoho. Tyto chemické látky, ať přírodního nebo syntetického původu se přidávají do potravin kvůli vylepšení nebo zachování jejich trvanlivosti, vzhledu, konzistence, chuti, vůně, atd. Mohou být důležité z hlediska

zvýšení mísitelnosti jednotlivých složek při přípravě těsta, urychlují kynutí apod.

Některé z těchto látek, například uhličitán sodný nebo difosforečnan sodný, jsou považovány za samozřejmost, protože připravit bábovku bez kypřicího prášku do pečiva si neumíme představit. Pokud jsou však uvedeny pod označením E 500 nebo E 450, pak toto označení vypadá hrůzostrašně. Jako jiný příklad nesmyslného strašení lze uvést v kuchyni běžně používaný 8% ocet kvasný lihový, který je přibarven upraveným karamellem nesoucím hrůzostrašně vypadající označení E 150c.

Zároveň je však nutné upozornit, že celá řada těchto „chemikálií“ však během dalšího zpracování zmizí, rozloží se. Lépe řečeno

rozloží se na v přírodě docela běžné a zcela neškodné složky.

V současné době je používání přídatných látek v potravinách značně omezeno a jejich zdravotní nezávadnost je pravidelně kontrolována. Pravidla o označování zavedla obsáhlé seznamy přídatných látek, s jejich chemickými názvy a číselný systém jejich označování čísly za písmenem E. Povolené přídatné látky jsou rozděleny do různých kategorií podle svých funkcí. Každá kategorie má svůj specifický název a číslo s předponou „E“. Např. série s označením E 100 (barviva), E 200

(konzervační látky), E 300 (antioxidanty) a E 400 (emulgátory, zahušťovací a želírovací látky). Vzhledem k tomu, že přídatné látky jsou součástí celého systému zdravotní nezávadnosti potravinářské výroby, je důležité mít o této velice diskutované oblasti neustálý přehled a jistotu, že všechny informace jsou správné a aktuální.

Podrobněji je možné se s přídatnými látkami, které jsou nepostradatelné pro používané technologické postupy výroby potravin a které jsou součástí dnes běžně dostupných potravin, seznámit v publikaci „Přídatné látky v potravinách“.



10 Prevence rizik spojených s konzumací potravin

K tomu, aby se ke spotřebiteli dostaly potraviny zdravotně nezávadné, je nutné dodržovat celou řadu právních předpisů a pravidel.

Základem je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin a zákon o potravinách č. 110/97 Sb., včetně prováděcích vyhlášek ve znění posledních změn. Tyto předpisy zahrnují problematiku zdravotní nezávadnosti potravin od zemědělské prvovýroby, přes zpracovatele surovin až ke spotřebiteli, respektive „od pole až po vidličku“ („from farm to fork“). V rámci České republiky je problematika potravin zahrnuta a dána „Strategií bezpečnosti potravin“. Tato strategie zahrnuje celou řadu pravidel a kontrolních mechanismů.

10.1 Kontrola kvality a bezpečnost potravin

Kvalitu a bezpečnost potravin sleduje:

- **Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI)**
- kontroluje potraviny při výrobě a uvádění do oběhu (velkoobchodní a maloobchodní sítě),
- kontroluje správnost označování výrobků,
- provádí dozor při poskytování stravovacích služeb (restaurace, jídelny),
- **Státní veterinární správa (SVS)**
- kontroluje výrobu, skladování, dovoz, vývoz potravin a surovin živočišného
- původu,
- sleduje nákazovou situaci zvířat,
- zabezpečuje veterinární ochranu území ČR,

- provádí dozor při poskytování stravovacích služeb (restaurace, jídelny),
- **Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ)**
- kontroluje krmiva,
- zajišťuje odrůdové zkušebnictví,
- provádí dozor v oblastech agrochemie, výživy rostlin, hnojiv apod.,
- **Orgány ochrany veřejného zdraví (OOVZ)**
- hodnotí zdravotní rizika pro obyvatele, provádí dozor při poskytování stravovacích služeb (restaurace, jídelny, catering).

10.2 Monitoring cizorodých látek

Kromě kontrolních mechanismů zajišťovaných dozorovými orgány se provádějí měření s cílem prevence a snížení možných rizik, např.:

- sledování možné kontaminace potravin, krmiv,
- sledování složek životního prostředí, které mohou kontaminaci ovlivnit (půda, povrchová voda a další).

Výsledky jsou každoročně zveřejňované na internetu (www.bezpecnostpotravin.cz). Aktuálně monitoring provádí pro Ministerstvo zemědělství šest organizací (SVS, SZPI, UKZÚZ, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, VÚMOP; Výzkumný ústav rostlinné výroby, VÚRV a Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, VÚLHM), kdy jsou dokumentované časové řady sledovaných kontaminantů od roku 1996 (např. jsou sledovány kontaminace ryb

z volných vod za účelem doporučení ke konzumaci ryb dle stáří, druhu a vztahu k jednotlivým kontaminantům, sledování kvality vody v řekách, aj.).

10.3 Systém rychlého varování propotraviny a krmiva

Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF) je provozován EK od roku 1978. Do systému jsou zapojeny Evropská komise, Evropský úřad pro bezpečnost potravin, členské země EU a dále Norsko, Švýcarsko, Island a také třetí země. Do tohoto systému jsou ohlašovány všechny nálezy rizikových potravin a krmiv za účelem jejich omezení uvádění do oběhu a stažení rizikových potravin a krmiv.

Česká republika, jako členská země EU, je do tohoto systému rovněž zapojena. V souladu se zákonem č. 110/97 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, ve znění pozdějších předpisů, je Státní zemědělská a potravinářská inspekce národním kontaktním místem (NKM) v systému rychlého varování pro potraviny a krmiva.

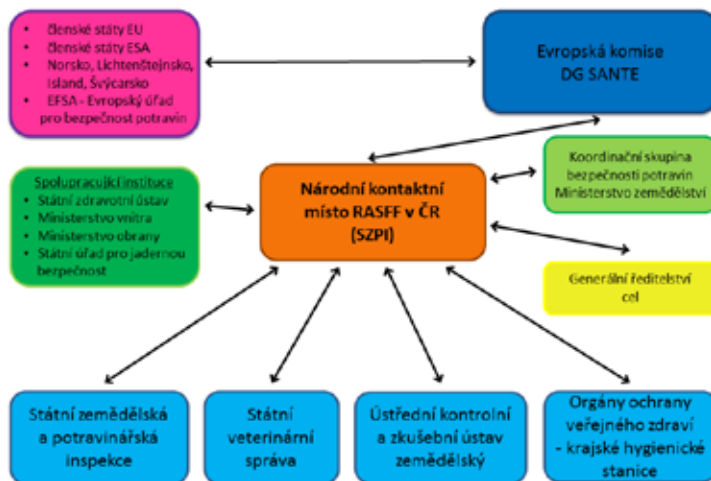
Národní kontaktní místo soustřeďuje informace ze všech dozorových orgánů nad potravinami a krmivy v ČR – SVS, SZPI, OOVZ, ÚKZÚZ; s NKM spolupracují také další účastníci národního systému rychlého varování: Generální ředitelství cel, Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Ministerstvo vnitra, Ministerstvo obrany.

Koordinačním místem je sekretariát koordinační skupiny bezpečnosti potravin při Ministerstvu zemědělství.

Tok informací o výskytu nebezpečných výrobků je obousměrný. Dozorové orgány ČR se prostřednictvím národního kontaktního místa dozvídají o nebezpečných výrobcích, které mohou být na českém trhu a v rámci svých pravomocí následně provádí kontrolu. Evropská komise je pak zpětně informována o skutečnostech, které byly v návaznosti na informaci z EU zjištěny, a o uložených opatřeních. Dojde-li ke zjištění výskytu nebezpečného výrobku některým z dozorových orgánů v ČR, odesílá NKM na Evropskou komisi informace získané od jednotlivých účastníků národního systému. Česká republika je pak zpětně informována o kontrolních zjištěních v členských státech EU.



Schéma fungování sítě RASFF v ČR



10.4 Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA)

Důležitou úlohu při zabezpečování bezpečnosti potravin v rámci EU a zároveň v předvídání možných rizik zaujímá Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA).

Evropský úřad pro bezpečnost potravin je úřadem Evropské unie zodpovědným za hodnocení rizik v oblasti bezpečnosti potravin a krmiv, výživy, zdraví a pohody zvířat, ochrany a zdraví rostlin. V těchto oblastech je úkolem EFSA, v úzké spolupráci s národními autoritami a dalšími zúčastněnými organizacemi a tělesy, poskytovat objektivní a nezávislé vědecky podložené poradenství a jasná sdělení založená na nejaktuálnějších vědeckých poznatcích a informacích o existujících a nově se objevujících rizicích.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin vznikl v lednu 2002. Jeho vznik byl jedním z kroků k vytvoření komplexního systému zajištění bezpečnosti potravin v EU a k obnovení důvěry spotřebitelů v evropské potraviny, jež byla po celé řadě krizí v oblasti bezpečnosti potravin, které EU trápily v závěru 90. let minulého století, obecně velice nízká.

V systému zajištění bezpečnosti potravin v EU je hodnocení rizik (risk assessment) prováděno nezávisle na řízení rizik (risk management). EFSA, jako hodnotitel rizik, připravuje vědecká stanoviska a doporučení, jež tvoří základ pro politiku a legislativu EU a podporuje Evropskou komisi, Evropský parlament a členské státy EU v přijímání efektivních a včasných rozhodnutí. Díky tomuto systému patří spotřebitelé v EU mezi nejlépe ochráněné, pokud jde o rizika z potravin.

Koordinační místo pro spolupráci s EFSA (EFSA Focal Point) je prostředníkem mezi EFSA, národními úřady pro bezpečnost potravin (příp. organizacemi vykonávajícími tuto roli v členských státech) a dalšími zainteresovanými skupinami v členských státech – vědeckými institucemi, spotřebiteli a dalšími.

V České republice byl zajištěním činnosti Koordinačního místa pověřen odbor bezpečnosti potravin, který je součástí Úřadu pro potraviny Ministerstva zemědělství.

Základním úkolem koordinačního místa je podporovat zástupce ČR v Poradním sboru EFSA a to zajišťováním výměny vědeckých informací mezi EFSA a ČR, poskytováním podpory a poradenství při společně řešených projektech (zapojení organizací do spolupráce s EFSA podle čl. 36 nařízení 178/2002, přihlašování expertů do Databáze expertů) a zvyšováním viditelnosti EFSA a jeho výstupů v členské zemi.

Zástupci koordinačních míst se pravidelně scházejí za účelem výměny informací a dalšího rozvoje sítě. Průběžně spolu komunikují podle aktuálních potřeb.

S jakýmkoliv dotazy týkajícími se spolupráce s EFSA (ať již současné, či budoucí) je možné se obrátit na Koordinační místo pro spolupráci s EFSA na adrese: efsa.focalpoint@mze.cz.

10.5 Evropská komise, Evropský parlament, Rada EU

Evropská komise je nadnárodní orgán Evropské unie, nezávislý na členských státech a hájící zájmy Unie. Komise především dbá na dodržování základajících

smluv Evropské unie a z úřední povinnosti podává žaloby v případě zjištěného porušení. Důležitou pravomocí je účast na tvorbě legislativy, právo předkládat návrhy legislativních předpisů má výhradně Komise. Další pravomoci jsou vydávání doporučení a stanovisek, Komise vykonává i pravomoci v přenesené působnosti (delegovaná legislativní pravomoc). Komise se podílí na jednání Evropské unie navenek, včetně udržování diplomatických styků a sjednávání mezinárodních smluv. Spravuje z převážné části rozpočet EU. Komise je odpovědná Parlamentu. Evropský parlament (EP) spolu s Radou Evropské unie přijímá její legislativní akty. Rada Evropské unie (též Rada ministrů, v právních dokumentech EU jen Rada) je kolektivním vrcholným orgánem Evropské unie, který reprezentuje zájmy členských států. Výše zmíněné orgány EU nenahrazují činnost národních úřadů.

10.6 Strategie bezpečnosti potravin ČR

Zajištění ochrany zdraví a podpory zájmů spotřebitele prostřednictvím bezpečných potravin vyžaduje vysokou míru spolupráce a koordinaci aktivit všech zainteresovaných vládních i nevládních institucí v rámci vymezených kompetencí.

V roce 2002 byla proto v souladu s usnesením vlády ČR ze dne 10. prosince 2001 č. 1320 ke Strategii zajištění bezpečnosti (nezávadnosti) potravin v ČR ustavena meziresortní Koordinační skupina bezpečnosti potravin (KSBP). Jsou v ní zastoupeny ústřední orgány státní správy, příslušné orgány státního dozoru, spotřebitelské a profesní organizace. Pro podporu činnosti KSBP jsou podle potřeby vytvářeny pracovní skupiny k jednotlivým problematikám. Sekretariátem KSBP je

odbor bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství.

Úkolem KSBP je zejména koordinace činností jednotlivých rezortů a stanovení priorit v oblasti bezpečnosti potravin, zajištění vzájemné spolupráce na národní úrovni, posilování spolupráce s národními institucemi bezpečnosti potravin členských států EU a EFSA.

KSBP umožňuje zapojení zájmových svazů (Potravinářská komora, Agrární komora, Svaz obchodu a cestovního ruchu ČR) a nevládních organizací (spotřebitelská sdružení) do systému bezpečnosti potravin. Tato sdružení a organizace představují důležitý hlas producentů a spotřebitelů potravin a krmiv.

10.7 Spolupráce se spotřebiteli - Informační centrum bezpečnosti potravin

Informační centrum bezpečnosti potravin (ICBP) vzniklo v roce 2002 na základě usnesení vlády ČR č. 1320/2001 ke Strategii zajištění bezpečnosti potravin v České republice. ICBP je součástí odboru bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství. Jeho úkolem je získávat a třídit dostupné informace z oblasti bezpečnosti potravin, zajišťovat jejich tok k příslušným institucím, zajišťovat osvětu a organizovat vzdělávací akce pro spotřebitele.

Uživatelé služeb ICBP dostávají ověřené a srozumitelné informace pokrývající celý řetězec výroby potravin, tj. od farmy až po konečného spotřebitele. Vedle problematiky bezpečnosti (nezávadnosti) potravin se ICBP zaměřuje na otázky výživy obyvatel s cílem dosáhnout zlepšení zdravotního stavu populace v ČR.



11 Závěr

Na závěr je nutné zdůraznit, že zdravotní nezávadnost potravin, resp. bezpečnost potravin je po stránce teoretické plně zajištěna.

Existuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, které je dále rozpracováno v „balíčku hygienických opatření“. Existuje dlouhá řada nařízení a směrnic se zaměřením na pesticidy a jejich rezidua, na použití přídatných látek v potravinách a další. Na základě těchto legislativních opatření, včetně dodržování pravidel Správné hygienické praxe (GHP), Správné výrobní praxe (GMP), systému analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (HACCP) a RASFF, by bylo možné předpokládat, že zajištění zdravotní nezávadnosti potravin a ochrany zdraví spotřebitele je naprosto dokonalé. Výsledkem všech těchto opatření je skutečnost, že ke spotřebiteli dostane jen potravina zdravotně nezávadná, resp. potravina bezpečná.

Realita je však poněkud jiná. Ve vyspělých zemích více než 30 % lidí každoročně onemocní nemocemi z potravin. Bylo zjištěno, že 70 % z přibližně 1,5 bilionu případů onemocnění diarhoií, resp. gastrointestinálního traktu na světě, představují střevní potíže a jsou způsobeny biologickou kontaminací potravin. Kontaminované potraviny také hrají hlavní úlohu při epidemiích.

Veřejnost si obecně uvědomuje rizika spojená s rezidui pesticidů a veterinárních léčiv spojených se zemědělskou výrobou, stejně tak i rizika vyplývající z používání přídatných látek ve výrobě potravin, která jsou nesmyslně zveličována nedostatečně

informovanými lidmi. Pesticidy, léčiva a přídatné látky však nejsou tím hlavním problémem spojeným s ohrožením zdraví spotřebitele. V Evropě nemoci způsobené tímto zmíněným problémem nedosahují ani 0,05 %.

Stále běžněji a se vzrůstající frekvencí narůstají případy onemocnění způsobená sekundární kontaminací bakteriemi, protozoami, parazity, viry a houbami nebo jejich toxiny. K této kontaminaci dochází nejčastěji při pohybu potravin mezi prodejcem a spotřebitelem, kdy spotřebitel zapomíná na dodržování pravidel správné hygienické praxe.

Zvláštním problémem je snaha o nákup co nejlevnějších potravin, kdy si spotřebitel většinou neuvědomuje, že nízká cena ve většině případů znamená i sníženou kvalitu. Snížená kvalita sebou nese i vysoce rizikový faktor, kterým je snížení údržnosti potravin, často vedoucí až na samou hranici zdravotní nezávadnosti.

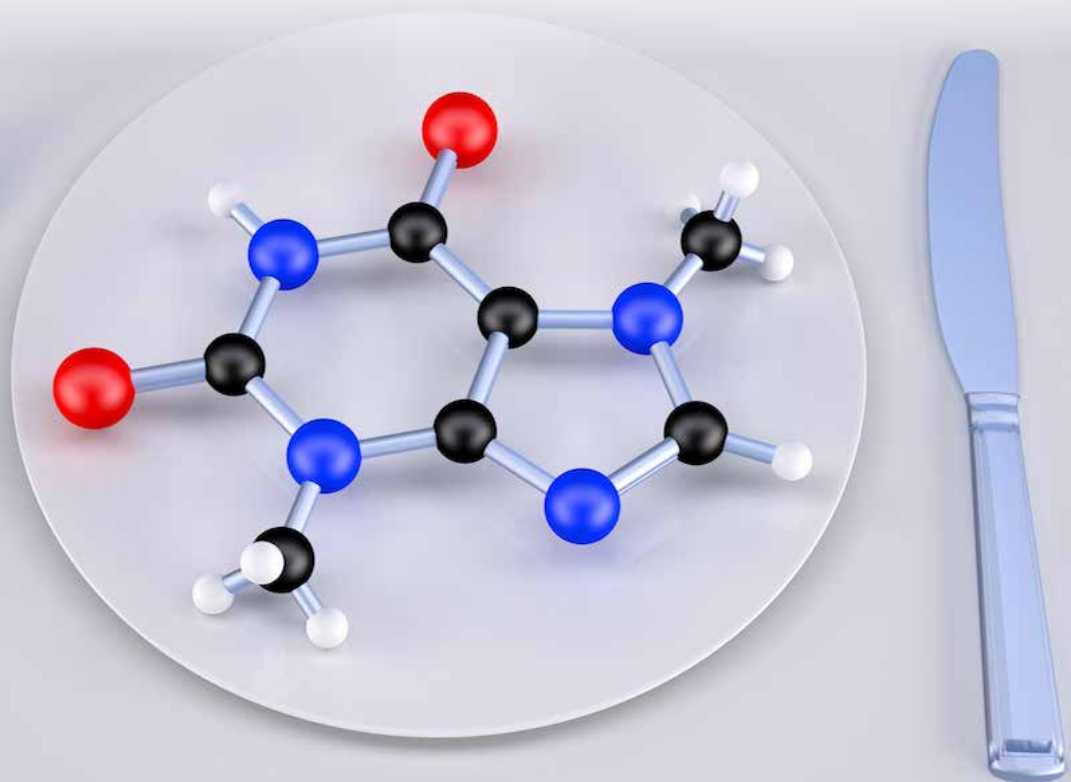
Potěšujícím zjištěním je, že v posledních letech výrazně vzrostl zájem veřejnosti o zdravotní nezávadnost potravin a význam jejich kvality (např. značky Klasa, Česká potravina aj.).

12 Seznam zkratek

ADI	Akceptovatelný denní přívod (u látek, které do potravin přidáváme)
ARfD	Akutní referenční dávka
CPM	Celkový počet mikroorganismů
DG SANTE	Generální ředitelství pro zdraví a bezpečnost potravin
DNA	Kyselina deoxyribonukleová
EFSA	European Food Safety Authority, Evropský úřad pro bezpečnost potravin
EK	Evropská komise
EP	Evropský parlament
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Evropská unie
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nation
GAP	Good Agricultural Practices, Správná zemědělská praxe
GHP	Good Hygienic Practices, Správná hygienická praxe
GMP	Good Manufacturing Practices, Správná výrobní praxe
HACCP	Hazard Analysis of Critical Control Points, Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů
ICBP	Informační centrum bezpečnosti potravin
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
KSBP	Koordinační skupina bezpečnosti potravin
KTJ	Kolonii tvořící jednotka
LD50	Letální dávka, při níž uhynie 50 % sledovaných jedinců
MRL	Maximální limit reziduí
NKM	Národní kontaktní místo
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level, nejvyšší dávka či koncentrace látky, při které není pozorován žádný statisticky významný nepříznivý účinek na organismus
OOVZ	Orgány ochrany veřejného zdraví
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	Polychlorované bifenoly
PCDD	Polychlorované dibenzo-p-dioxiny
PCDF	Polychlorované dibenzofurany
POPs	Perzistentní organické polutanty
PTWI	Prozatímní tolerovatelný týdenní přívod
RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed, Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva
RfD	Referenční dávka
SVS	Státní veterinární správa

SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
TDI	tolerovatelný denní přívod (u látek, které pocházejí z prostředí – kontaminace)
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
VÚRV	Výzkumný ústav rostlinné výroby
WHO	World Health Organisation, Světová zdravotnická organizace

Seznam použité literatury je k dispozici u autora této publikace.







Potravinářská komora České republiky

Počernická 96/272, 108 03 Praha 10-Malešice

Telefon: +420 296 411 187

e-mail: foodnet@foodnet.cz

web: <http://www.foodnet.cz>

ISBN: 978-80-88019-28-2